Amtliche Bekanntmachungen.

Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Ende Mai 1877.)

Des Königs Majestät haben ernannt:

den vortragenden Rath in der Abtheilung für die Privat-Eisenbahnen beim Ministerium für Handel etc., Geheimen Baurath Dieckhoff in Berlin zum Geheimen Ober-Baurath,

das Mitglied der Eisenbahn-Commission für die Berliner Nordbahn, bisherigen Ober-Betriebsinspector Klose in Berlin,

das Mitglied der Eisenbahn-Commission (Oberschlesische) zu Breslau, bisherigen Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Luck daselbst,

den Vorsitzenden der Eisenbahn-Commission (Bergisch-Märkische) zu Altena, bisherigen Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Janssen daselbst,

das Mitglied des Eisenbahn-Commissariats zu Berlin, bisherigen Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Schmitt daselbst und

den Vorsitzenden der Eisenbahn-Commission der Ostbahn zu Königsberg i/Pr., bisherigen Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Schroeder daselbst,

zu Regierungs- und Bauräthen;

ferner verliehen:

dem Mitgliede der Eisenbahn-Direction zu Elberfeld, Regierungs- und Baurath Brandhoff den Charakter als Geheimer Regierungsrath, sowie

dem Bauinspector Stüve in Berlin,

dem Weg-Bauinspector Weniger in Aurich,

dem Wasser-Bauinspector Michaelis in Cöln,

dem Kreis-Baumeister Köppe in Merzig und

dem Kreis-Baumeister Held in Coesfeld

den Charakter als Baurath.

Ernennungen und Beförderungen.

Der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Johannes Garcke, früher in Hamm, ist zum Mitgliede der Direction der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn ernannt und ihm die Function des technischen Mitgliedes bei der Eisenbahn-Commission zu Görlitz definitiv übertragen.

Die Eisenbahn-Baumeister:

Schaper in Oppeln,

Ruland in Glatz,

Taeglichsbeck in Neisse und

Usener in Posen sind zu Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Oberschlesischen Eisenbahn unter Belassung an ihren zeitigen Stationsorten,

der Eisenbahn-Baumeister Koch, früher bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Gladbach, zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Westfälischen Eisenbahn in Hamm,

der Eisenbahn-Baumeister Neumann in Breslau zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Oberschlesischen Eisenbahn, und

der Eisenbahn-Baumeister Allmenröder in Rüdesheim zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Düsseldorf befördert;

der Kreis-Baumeister Möller in Neuwied ist zum Bauinspector in Creuznach,

der bei der Militair-Verwaltung in Stettin angestellte Land-Baumeister Held zum Bauinspector,

der Kreis-Baumeister Friedrich in Pr. Holland zum Bauinspector in Braunsberg,

der Kreis-Baumeister Schlichting in Heinrichswalde zum Wasser-Bauinspector in Tilsit,

der Land-Baumeister Haesecke in Berlin zum Bauinspector in Königsberg i/Pr.,

der Kreis-Baumeister Mohr in Allenstein zum Wasser-Bauinspector zu Thiergartenschleuse bei Oranienburg und

der Land-Baumeister Ihne in Erfurt zum Bauinspector in Königsberg i/Pr. ernannt.

Erste Anstellungen und Ernennungen.

Der Baumeister Sluytermann van Langeweyde ist, unter Ernennung zum Land-Baumeister, als Lokal-Baubeamter der Militair-Verwaltung in Potsdam,

der Baumeister Moritz Hellwig als Land-Baumeister und zweiter technischer Hülfsarbeiter bei der Ministerial-Bau-Commission in Berlin,

der Baumeister Stoll als Land-Baumeister und technischer Hülfsarbeiter bei der Regierung in Cassel und

der Baumeister Emil Bauer in Wirsitz als Kreis-Baumeister daselbst angestellt.

Der Baumeister Kuttig, Hülfsarbeiter in der Bau-Abtheilung des Ministeriums für Handel etc., sowie

der Baumeister la Pierre, bei dem Neubau der geologischen Landesanstalt und Berg-Akademie hierselbst, sind zu Land-Baumeistern ernannt worden.

Der Land-Baumeister und Professor Jacobsthal ist als Lehrer sowohl bei der Gewerbe-Akademie, als auch bei der Bau-Akademie in Berlin angestellt.

Versetzungen.

Der Regierungs- und Baurath Schumann ist von Aachen nach Liegnitz,

der Regierungs- und Baurath Berring von Oppeln nach Coblenz als Rheinstrom-Baudirector,

der Bauinspector Schlitte von Halberstadt nach Quedlinburg,

der Kreis-Baumeister Thon von Wissen nach Neuwied,

der Kreis-Baumeister Heinrich von Artern nach Mogilno,

der Kreis-Baumeister Legiehn von Simmern nach Landeshut,

der Kreis-Baumeister von Perbandt als Land-Baumeister von Cleve an die Regierung zu Aachen,
der Kreis-Baumeister Nünneke von Nordhausen nach Oschersleben,
der Kreis-Baumeister, Titular-Bauinspector Thomae von Remagen nach Pleschen,
der Kreis-Baumeister Niedieck von Lippstadt nach Aurich,
der Kreis-Baumeister Schütte von Schleiden nach Allenstein,
der Kreis-Baumeister Siebert von Pr. Eylau nach Königsberg i/Pr.,
der Bauinspector Freund von Kiel nach Altona,
der Bauinspector Guinbert von Düsseldorf nach Kiel versetzt;
der Eisenbahn-Baumeister Kirsten ist von Witzenhausen nach Göttingen,
der Eisenbahn-Baumeister Blanck von Breslau nach Hannover, behufs Leitung der Bahnhofsbauten daselbst,
der Eisenbahn-Baumeister Zeyſs von Calbe a/S. nach Berlin, behufs Beschäftigung im technischen Büreau der Commission für den Bau der Bahn Berlin-Nordhausen,
der Eisenbahn-Baumeister Massalski von Memel nach Bromberg,
der Eisenbahn-Baumeister Rohrmann von Harburg nach Nordhausen,
der Eisenbahn-Baumeister Pilger von Nordhausen nach Harburg,
der Eisenbahn-Baumeister Loyke von Eschwege nach Münster und
der Eisenbahn-Baumeister Brewitt von Düsseldorf nach Rüdesheim versetzt.

Wohnsitz-Verlegungen.

Der Tit.-Bauinspector Meyer hat seinen Wohnsitz von Alfeld nach Hildesheim verlegt,
desgl. der Kreis-Baumeister Berner von Kyritz nach Wittstock,
desgl. der Bauinspector Rotmann von Ortelsburg nach Roessel O/Pr.,
desgl. der Wasser-Bauinspector Weinreich von Rügenwaldermünde nach Colbergermünde,
desgl. der Kreis-Baumeister Zweck von Mayen nach Coblenz.

Aus dem Staatsdienste ist geschieden:

der Kreis-Baumeister von Nehus zu Trarbach a. d. Mosel.

In den Ruhestand treten, resp. sind getreten:

der Geheime Regierungsrath und Rheinstrom-Baudirector Nobiling in Coblenz,
das Mitglied der Eisenbahn-Direction zu Elberfeld, Regierungs- und Baurath Rudolph,
der Baurath Weniger in Aurich,
der Baurath Bertram in Braunsberg,
der Baurath Borggreve in Hamm,
der Baurath Wiegand in Königsberg i/Pr.,
der Kreis-Baumeister Schulz in Hünfeld,
der Kreis-Baumeister Klein in Schroda,
der Baurath Held in Coesfeld und
der Professor und Lehrer an der Bau-Akademie Boetticher in Berlin.

Auf längere Zeit sind beurlaubt:

der Schloſs-Bauinspector Mendthal zu Königsberg i/Pr. und
der Wasser-Bauinspector Reinhardt, früher zu Thiergartenschleuse bei Oranienburg.

Gestorben ist:

der Baurath Holm in Altona.

Berichtigung des im laufenden Jahrgang dieser Zeitschrift, S. 247—266, enthaltenen Verzeichnisses der Baubeamten.

Für das Bauwesen im Bereiche der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung sind folgende Beamte angestellt:

Kind, Geh. Regierungs- und vortragender Rath in Berlin,
Schwatlo, Regierungs- und Baurath, Inhaber der ersten Post-Bauraths-Stelle in Berlin,
Neumann, Post-Baurath in Münster,
Wachenhusen, desgl. in Schwerin i/M.,
Arnold, desgl. in Carlsruhe i/Baden,
Wolff, desgl. in Stettin,
Cuno, desgl. in Frankfurt a/M.
Nöring, desgl. in Königsberg i/Pr.,
Zopff, desgl. in Dresden,
Promnitz, desgl. in Breslau,
Fischer, desgl. in Hannover,
Tuckermann, desgl., Inhaber der zweiten Post-Bauraths-Stelle in Berlin,
Hindorf, Post-Baurath in Cöln a/Rhein,
Skalweit, desgl. in Erfurt,
Keſsler, Post-Bauinspector in Berlin,
Perdisch, Post-Baumeister in Berlin.

Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original-Beiträge.

Die neue Strafanstalt am Plötzen-See bei Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 49 bis 61 im Atlas.)

Von den Berliner Gerichtshöfen wird alljährlich eine sehr erhebliche Anzahl angeschuldigter Personen zur Verbüſsung von Gefängniſs- oder Haft-Strafen verurtheilt, welche hinsichtlich ihrer Zeitdauer zwischen den Grenzen von einem

Tage bis zu zehn Jahren sich bewegen können', in der überwiegenden Zahl aller Fälle aber die Dauer von einem Jahre nicht übersteigen.

Die für diese Zwecke in Berlin benutzten Gefängnifs-Etablissements der sogenannten Stadtvogtei und Hausvogtei reichten zur Unterbringung der von Jahr zu Jahr sich mehrenden Sträflinge schon seit längerer Zeit nicht mehr aus. Es mufste daher für die Erbauung einer neuen derartigen Anstalt zur Aufnahme von etwa 1400 bis 1500 männlichen Gefangenen Sorge getragen werden. Im Hinblick auf die besonderen Verhältnisse der Stadt Berlin hat man hierbei von der Einrichtung mehrerer für verschiedene Stadttheile räumlich getrennter kleinerer Gefängnisse Abstand genommen und namentlich auch behufs Erzielung einer nach allen Richtungen hin einheitlichen Organisation der Verwaltung und des Strafvollzugs den Bau eines einzigen Gefängnifs-Etablissements von ansehnlichem Umfange für angemessen erachtet.

Hierdurch war bedingt:

a) die Beschaffung eines möglichst geräumigen Bauplatzes aufserhalb der Stadt in gesunder zweckentsprechender Lage,

b) eine allgemeine Anordnung der Baulichkeiten, durch welche gleichzeitig den in sanitairer Beziehung, so wie den in Rücksicht auf die Herstellung eines geordneten Strafvollzugs und die Erleichterung der Verwaltung zu stellenden Anforderungen thunlichst entsprochen wurde,

c) die Einrichtung umfangreicher maschineller Anlagen unter Verwendung von Dampfkraft.

Situation der Baustelle.

Die Anstalt ist auf einem von der Königlichen Oberförsterei Tegel abgezweigten Gebiete der sogenannten Jungfernhaide in den Jahren 1869 bis 1876 erbaut worden. Ihre Entfernung von dem Mittelpunkte der Stadt Berlin beträgt 5 Kilometer. Bis in die unmittelbare Nähe der Anstalt zieht sich fast auf allen Seiten hochstämmiger Kiefernwald heran, welcher eine natürliche Schutzwehr bildet, um den aus den Ebenen von Süden und Osten herangewehten Flugsand von den Anlagen fern zu halten. Natürliche und künstliche Wasserläufe, wie die „krumme Lanke" mit dem Teufels-See, der Berlin-Spandauer Schifffahrtscanal und der sogenannte Plötzen-See, befinden sich theils in der unmittelbaren, theils in der nächsten Umgebung. Das ganze für die Anstalt abgegrenzte Terrain umfafst $20_{,59}$ Hektare. Davon wird etwa die Hälfte von den Baulichkeiten begrenzt, welche eine Fläche von $2_{,06}$ Hektare einnehmen, während $3_{,06}$ Hektare auf Rasen- und Schmuck-Plätze, der Rest aber auf Wege und Hof-Flächen entfallen.

Das Rieselfeld im nordwestlichen Theile der Anstalt umfafst $2_{,05}$ Hektare.

Geschichtliche Entwickelung und allgemeine Disposition der Anlage.

Von Seiten der Preufsischen Ministerien der Justiz und des Innern war bereits im Jahre 1867 eine aus dem Kammergerichts-Vice-Präsidenten Zweigert, dem Kammergerichts-Rath Schlötke, dem Stadtgerichts-Director v. Mühler, dem Polizei-Director v. Drygalski und dem damaligen Bauinspector C. Hesse bestehende gemischte Commission ernannt worden, welche über den Umfang der zur angemessenen Unterbringung der verurtheilten Personen erforderlichen Baulichkeiten und über die Art der Einrichtung des Gefängnifs-Etablissements zunächst im Allgemeinen zweckentsprechende Vorschläge abzugeben hatte.

Es kam hierbei in Frage:

a) die grofse Anzahl der unterzubringenden Gefangenen,

b) die Classificirung derselben, insbesondere die Ausscheidung der Jugendlichen von den Erwachsenen,

c) die Rücksichtnahme auf die sanitairen Bedürfnisse der Gesammt-Anlage,

d) die Organisation einer, den Bedürfnissen einer so ausgedehnten Anstalt entsprechenden Verwaltung, Oekonomie u. s. w.,

e) die Einrichtung von Beamten-Wohnungen, welche nothwendig wurden, da die Anstalt von der Stadt Berlin zu entfernt liegt, um ohne Schädigung des Dienstes die Beamten dort wohnen zu lassen.

In Rücksicht auf alle diese Momente wurde von der vorerwähnten Commission das für ähnliche Anstalten geringeren Umfangs bisher festgehaltene System einer strahlenförmigen Anordnung der Baulichkeiten ausdrücklich nicht für angemessen erachtet, sondern die Errichtung einzelner Gefängnifsgebäude mit umschlossenen grofsen Höfen, auf denen für Rasenplätze und Busch-Anlagen gesorgt ist, vorgezogen.

Bei einer derartigen Disposition wurde neben den Vortheilen einer reichlichen Ventilation und der Scheidung der Gefangenen in gröfseren völlig von einander getrennten Abtheilungen zugleich die Möglichkeit gegeben, für die einzelnen Gefängnisse besondere Einrichtungen (Isolirhaft, Gemeinschaftshaft oder gemischtes System) zu treffen, um eine verschiedene Form des Strafvollzugs in Rücksicht auf die Individualität des Gefangenen zu wählen oder nach Bedarf bei langen Strafen die Form des Strafvollzugs allmälig umzugestalten.

Das Gefängnifs-Etablissement hat demgemäfs drei Hauptgruppen von Gebäuden erhalten, nämlich

1) die Gefängnifshäuser,

2) die für die Verwaltung, Oekonomie und den maschinellen Betrieb bestimmten Gebäude,

3) die Wohnhäuser für die Beamten.

Die Gebäude zu 1) und 2) befinden sich innerhalb einer $6_{,5}$ m hohen Umwährungsmauer, welche nur mit zwei Haupt-Eingängen versehen ist. Der eine Eingang liegt in dem Thorgebäude zur einheitlichen Controle der zu- und abgehenden Gefangenen und des Aufsichts-Personals. Der andere Eingang führt auf der Rückseite des Etablissements nach dem Betriebshofe und ist lediglich für das Betriebs-Personal und die Zufuhr aller Verbrauchsgegenstände bestimmt.

Da die Hauptaxe der Baulichkeiten in die Richtung von Südwest nach Nordost gelegt werden konnte, so ist in Rücksicht auf die von Nordwesten vorherrschenden Winde zugleich für eine wirksame natürliche Lufterneuerung zwischen den einzelnen Gebäuden Sorge getragen.

Obwohl der von der oben bezeichneten gemischten Commission entworfene Dispositionsplan in den Revisions-Instanzen hinsichtlich der Stellung der einzelnen Gebäude im Allgemeinen gebilligt werden konnte, so mufste doch bei der weiteren Vorbereitung dieser complicirten Anlage namentlich in Betreff der räumlichen Anordnung der verschiedenen Baulichkeiten von den ersten Vorschlägen mehr oder weniger abgewichen werden.

Nachdem der Bauinspector C. Hesse inzwischen zum Regierungs- und Baurath befördert und als solcher nach Königsberg versetzt worden war, wurde die sachgemäfse Ausführung der umfangreichen, eine besondere Fachkenntnifs erfordernden Baulichkeiten in die Hände einer zweiten Special-Commission gelegt, welche aus dem damaligen Stadtgerichts-Director Delius, dem Strafanstalts-Dirigenten v. Held zu Spandau und dem Bauinspector Spieker bestand. Für die räumliche Anordnung der wesentlichsten Gebäude wurden demnächst in der Abtheilung für das Bauwesen des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten unter Mitwirkung des damaligen Referenten im Justiz-Ministerium, des inzwischen verstorbenen Geheimen Ober-Justizraths Deneke, durch Anfertigung skizzirter Baupläne die erforderlichen Directiven ertheilt, welche der speciellen Bearbeitung und Veranschlagung des Projects zum Anhalte dienten. Unter der Leitung dieser zweiten Special-Commission kamen bis zum Jahre 1873 die Bauten der ersten beiden Gefangenhäuser, des Verwaltungsgebäudes, der beiden Küchengebäude, ferner des Krankenhauses, des Maschinengebäudes nebst der Gasanstalt und einiger Beamtenwohnungen zur vollständigen Ausführung.

Vom Jahre 1873 ab, zu welcher Zeit der Bauinspector Spieker als Regierungs- und Baurath nach Potsdam versetzt wurde und der Strafanstalts-Director v. Held eine anderweite amtliche Stellung erhalten hatte, mufste die Weiterführung der in Rede stehenden Anlagen einer dritten gemischten Commission anvertraut werden, welche aus dem inzwischen zum Vorsteher der vollendeten und belegten ersten beiden Gefangenhäuser ernannten Director Wirth, dem früheren Stadtgerichts-Director, jetzigen Ober-Tribunalsrath Delius und dem Bauinspector Lorenz bestand. Der vorbenannten letzten Commission war die endliche Vollendung des ganzen Etablissements nach Maafsgabe der aufgestellten und durch die technischen Revisions-Instanzen approbirten Baupläne bis zum gegenwärtigen Zeitpunkte vorbehalten, wobei zugleich der einflufsreichen Mitwirkung des derzeitigen Referenten im Justiz-Ministerium, Geheimen Ober-Justizraths Starke, noch rühmlichst zu gedenken ist.

Im Laufe der Zeit ist der von Anfang an leitende Gedanke, dafs die Anstalt sowohl Räume für Einzelhaft, wie für Gemeinschaftshaft enthalten solle, nicht aufgegeben worden. Nur insofern hat man eine Aenderung für nothwendig erachtet, als die Zahl der Einzelzellen gegen den ursprünglichen Plan späterhin erweitert wurde. Demgemäfs sind die beiden zuletzt ausgeführten Special-Gefängnisse ausschliefslich mit Einzelzellen versehen worden.

Was die Gefängnifsräume für Gemeinschaftshaft anlangt, so wurde es für unerläfslich gehalten, wenigstens für die Nachtzeit die Gefangenen zu isoliren. Zu diesem Zwecke wurden in den grofsen ursprünglich zu Arbeitssälen bestimmten Räumen der ersten beiden Gefängnisse Isolirschlafzellen, wie solche in Belgien, Holland und in anderen Ländern seit längerer Zeit üblich sind, eingerichtet und dagegen Arbeitsräume in besonderen auf den Höfen erbauten Arbeitsbaracken geschaffen.

Unerwähnt darf hier nicht bleiben, dafs auf der im vorigen Jahre stattgehabten internationalen Ausstellung von Gegenständen der Gesundheitspflege zu Brüssel ein Modell der Anstalt, nebst den dazu gehörigen Zeichnungen und Erläuterungen von der betreffenden Jury mit einem ersten Preise als Anerkennung ausgezeichnet worden ist.

Nach Voranschickung dieser auf die geschichtliche Entwickelung des Baues sich beziehenden Notizen soll nunmehr zu der technischen Darstellung der einzelnen Baulichkeiten übergegangen werden.

Allgemeine Anordnung der einzelnen Baulichkeiten. (Bl. 49.)

Das erste und zweite Gefängnifs befindet sich an der Hauptfront in derselben Queraxe; sie hängen mit dem in der Mitte liegenden Verwaltungsgebäude durch schmale Verbindungsgänge zusammen. Diese beiden Gefängnisse sind für Isolir- und gemeinschaftliche Haft bestimmt, und zwar bietet jedes derselben Raum für 400—450 Gefangene dar, von denen je 60 in Isolirzellen untergebracht sind.

Das dritte Gefängnifs, welches im Jahre 1876 vollendet wurde, ist ausschliefslich für Gefangene in Isolirhaft bestimmt und enthält aufser einem Betsaal und 2 Schulzimmern zusammen 300 Isolirzellen.

Das Gefängnifs für jugendliche, unter 18 Jahren alte Personen hat 90 Isolirzellen und aufserdem noch einzelne Räume, um ca. 16 Gefangene, welche am Tage gemeinschaftlich beschäftigt werden, zur Nachtzeit von einander zu isoliren.

Das Krankenhaus bietet den Raum für ca. 120 Betten, welche in kleineren und gröfseren Gemächern aufgestellt werden. In demselben befinden sich ferner eine besondere Speiseküche, die Theeküchen und Baderäume, so wie die erforderlichen Zimmer für das Aufsichtspersonal, den Arzt und eine kleine Apotheke.

Vorn am Haupt-Eingange liegt das Thorgebäude mit einer Pförtnerwohnung und der Militairwache.

Das Verwaltungsgebäude hinter einem Vorhofe befindet sich in der Mittelaxe des ganzen Etablissements, umgeben von den symmetrisch sich anschliefsenden Gefängnifsgruppen.

Links von der Mittelaxe liegt das Küchengebäude mit Dampfbetrieb zur Bereitung der gewöhnlichen Gefangenen-Kost.

Rechts von der Mittelaxe befindet sich die Dampf-Waschküche mit Schnell-Trockenapparat und den erforderlichen Nebenräumlichkeiten.

Im Hintergrunde des Etablissements reihen sich an:

das Remisengebäude mit Pferdestallungen und Schuppen,

das Betriebsgebäude, enthaltend eine Gasbereitungsanstalt, die Dampfkesselanlagen, welche die sämmtlichen Gebäude mit Dampf versorgen, und der Wasserthurm mit den erforderlichen Pumpwerken, ferner

das Pumpenhaus mit dem Maschinenapparate für die Canalisirung und Bewässerung,

ein Kohlenschuppen und

der Gasbehälter.

Endlich sind noch

4 Arbeitsbaracken auf den vorderen Höfen zur Beschäftigung der in Gemeinschaftshaft untergebrachten Gefangenen und

die zahlreichen Wohnhäuser für das Beamtenpersonal zu erwähnen, welche aufserhalb der die Gefängnifs- und Verwaltungs-Gebäude umgebenden Mauern liegen und ebenfalls durchweg von einander getrennt sind.

Das Verwaltungsgebäude.

(Bl. 50, 51 und 52.)

Das Verwaltungsgebäude bildet den Sitz der gesammten Gefängnifs-Verwaltung. In diesem Gebäude werden alle neu eingelieferten Gefangenen zunächst aufgenommen und von hier aus nach ihren Hafträumen abgeführt. Ferner erfolgt hierselbst die Entlassung derjenigen Gefangenen, welche ihre Strafe verbüfst haben. Durch eine offene Vorhalle gelangt man auf einer breiten Treppe nach dem Erdgeschofs, woselbst zur linken Seite das Zimmer des Schliefsers und zur rechten Seite das Sprechzimmer mit einer derartigen Einrichtung angeordnet ist, dafs in demselben die Besuchenden von den Gefangenen durch vergitterte Wände getrennt sind, zwischen denen ein Aufseher das Gespräch der beiden Parteien zu überwachen vermag. An diese Gemächer schliefsen sich zu beiden Seiten eines Corridors zwei Aufnahmezimmer, das Zimmer des Gefängnifs-Directors und die Geschäftsräume des übrigen Verwaltungs-Personals an. Sämmtliche Zimmer sind durch Sprachrohre mit dem Arbeitszimmer des Directors verbunden.

In dem Kellergeschofs darunter befinden sich aufser zwei Räumen für Heiz-Apparate und zwei Kohlenkellern nach vorn zwei grofse Baderäume, in denen die Reinigung und Säuberung der neu angelangten Sträflinge erfolgt. Aufserdem liegen in diesem Geschosse 8 Räume, woselbst die aus der Zahl der Gefangenen gewählten Schreiber der Verwaltungs-Kanzlei beschäftigt werden.

Im ersten Stockwerk liegt an der Vorderfront ein grofser Versammlungs-Saal, welcher zu dienstlichen Ansprachen an die Beamten und zu sonstigen feierlichen Veranlassungen so wie als Schullocal für die in gemeinschaftlicher Haft befindlichen Gefangenen benutzt wird. In demselben Geschosse über den Verwaltungsräumen befindet sich eine Simultankirche für die Sträflinge evangelischer und katholischer Confession des ersten und zweiten Gefängnisses. Dieselbe hat eine Grundfläche von 350 □Meter und bis zum Scheitel der mittleren Kreuzgewölbe eine lichte Höhe von $10,_{92}{}^{m}$. In der Nähe des Altars ist auf der rechten Seite das Gestühl für den Prediger und auf der linken Seite ein symmetrisch gestalteter Raum für das höhere Beamten-Personal eingerichtet. Ueber dem Haupt-Eingange liegt die Orgel-Empore, welche auch die erforderlichen Sitzplätze für einen kleinen Sängerchor darbietet. Im Ganzen sind 540 offene Sitzplätze vorhanden, welche für die kirchlichen Bedürfnisse um so mehr ausreichen, als der Gottesdienst für die Sträflinge nicht obligatorisch ist und zu verschiedenen Zeiten abgehalten wird.

Die den Altarraum flankirenden beiden Thürme dienen zur Aufnahme der Glocken und enthalten die nach den Dachböden führenden Nebentreppen.

Wie bei allen anderen Gebäuden des Etablissements sind auch mit Rücksicht auf das zu Gebote stehende witterungsbeständige Material aus der rühmlich bekannten Hermsdorfer Ziegelei alle dem Auge näher liegenden Gesims-Abdeckungen, Wasserschläge und Pfeiler-Treppungen aus besonders hartgebrannten Steinen gebildet, wodurch eine gewisse Einheitlichkeit für die äufsere Architektur erzielt wurde, wie ja auch die mittelalterlichen Bauwerke der Mark Brandenburg vielfach derartige Anordnungen zeigen. Nur die breiten Abwässerungsflächen des Hauptgesimses sind mit Schieferplatten abgedeckt und harmoniren sonach mit dem unmittelbar sich anschliefsenden Schieferdache.

Die Thurmspitzen sind massiv von Verblendsteinen 25^{zm} stark in Cementmörtel hergestellt und die hierbei vorkommenden Architektur-Theile theils von gebranntem Thon, theils von röthlichem Sandstein gebildet. Der rings um das ganze Gebäude laufende Sockel ist mit $31,_{5}{}^{zm}$ hohen und 16^{zm} starken Granitplatten bekleidet. Für die Fenster-Sohlbänke der sämmtlichen den Gefangenen zugänglichen Räume ist ebenfalls Granit als Material gewählt, damit die hier erforderlichen Vergitterungen eine möglichst solide Befestigung erhalten konnten.

Alle Räume des Verwaltungsgebäudes sind überwölbt, mit alleiniger Ausnahme des Versammlungs-Saals, welcher eine Balkendecke erhalten hat. Wo die Breite der zu überwölbenden Räume die Ueberdeckung durch eine einzelne Kappe nicht zuliefs, sind statt der sonst üblichen Gurtbögen, der Raum- und Lichtschonung wegen, gewalzte eiserne Träger angenommen.

Für die Kirche ist ein sich frei tragender Dachverband aus Holz und Eisen nach dem System Polonçeau zur Ausführung gelangt, um die eisernen Stützen des Kirchengewölbes von dem Drucke des Dachverbandes zu entlasten.

Für die Heizung ist das Heifswasser-System nach Perkins, jedoch mit der Modification gewählt worden, dafs das Wasser in den Heizröhren nur bis zu 120^{0} C. erhitzt wird, welche Methode namentlich zur Erzielung einer behaglichen Temperatur in den Geschäftsräumen sich als zweckmäfsig bewährt hat.

Die Ventilation, welcher bei diesem Gebäude eine untergeordnete Bedeutung einzuräumen ist, erfolgt durch verticale Absaugeschlotte, in denen Gasroste zur Herbeiführung einer kräftigen Luftströmung angebracht sind.

Das erste Gefängnifs für Erwachsene.

Das erste Gefängnifs für Erwachsene kann im Ganzen ungefähr 450 Gefangene aufnehmen, wobei die in dem Kellergeschofs befindlichen Strafzellen nicht mit gerechnet sind. Es zerfällt in zwei Haupt-Theile, von welchen der gröfsere und vordere für gemeinsame Haft, der nach hinten senkrecht auf die Mitte des ersteren angebaute Flügel für Isolirhaft eingerichtet ist.

Das Vordergebäude enthält aufser dem Keller- und Erdgeschosse noch zwei Stockwerke, von denen das oberste zu grofsen gemeinschaftlichen Schlafsälen benutzt wird, während die unteren Geschosse in kleinere Schlafräume eingetheilt sind. Ein Mittelcorridor von $2,_{83}{}^{m}$ Breite durchzieht der Länge nach die drei unteren Geschosse des ganzen Gebäudes, wogegen die Säle des zweiten Stocks die gesammte Tiefe desselben einnehmen. Die Verbindung dieser vier Geschosse unter sich vermitteln vier verschiedene Treppen-Anlagen, von welchen zwei in den Giebelanbauten und die beiden anderen im Mittelbau zu beiden Seiten des nach dem Isolirflügel führenden Zwischenbaues liegen. Die letzteren gehen durch bis zum Dachboden, während die ersteren wegen der niedrigeren Giebel-Anbauten, in denen sie sich befinden, bereits im zweiten Stockwerk endigen. Diese Giebel-Anbauten enthalten zugleich die Aborte für die in gemeinschaftlicher Haft untergebrachten Gefangenen.

Das Kellergeschofs hat $2{,}_8$ ᵐ lichte Höhe und dient hauptsächlich zu Heizkammern und Kohlengelassen, ferner zu einigen Isolir-Strafzellen und zwei Baderäumen mit je acht Wannen. Das Erdgeschofs und das erste Stockwerk haben je $3{,}_1$ ᵐ lichte Höhe. Jedes dieser Geschosse enthält im Mittelbau zwei Aufseherzimmer, im Uebrigen Schlafräume von verschiedenen Abmessungen für gemeinsame Haft zu 5 bis 11 Mann, so wie zwei gemeinsame Waschsäle mit je 20 Waschschüsseln. Die bauliche Anordnung ist hier so getroffen, dafs durch Theilung der mehraxigen Zellen in einaxige bei eintretendem Bedürfnifs auch im Vordergebäude Isolirzellen hergestellt werden können. Im zweiten Stokwerk, dessen lichte Höhe $4{,}_4$ ᵐ beträgt, sind rechts und links von dem mittleren Treppenflur je zwei Schlafsäle mit 30 resp. 40 Isolirschlafzellen, neben den erforderlichen Aufseherzimmern und Aborten eingerichtet.

Der Isolirflügel zeigt im Allgemeinen die für derartige Gebäude herkömmlichen Einrichtungen in vier Geschossen. Ein durch die drei oberen Geschosse emporgebauter Corridor von $4{,}_7$ ᵐ Breite vermittelt auf ausgekragten eisernen Gallerien die Zugänge zu den Isolirzellen, welche die normalen Abmessungen von $4{,}_{15}$ ᵐ Länge, $2{,}_2$ ᵐ Breite und $3{,}_1$ ᵐ lichter Höhe erhalten haben.

Die eisernen Gallerien von $1{,}_{25}$ ᵐ Breite sind unter sich durch eine im Giebelanbau befindliche eiserne Treppe verbunden und stehen andererseits durch den zweiaxigen Zwischenbau mit den mittleren Treppen-Anlagen des Vordergebäudes in Zusammenhang.

Hinsichtlich der äufseren Architektur war das Bestreben darauf gerichtet, durch einfache, aber solide Detailausbildung und Zusammenhalten der Gebäudemassen eine diesem Bedürfnifsbau entsprechende ruhige und ernste Gesammtwirkung zu erzielen, so wie zugleich den Bedingungen einer sachgemäfsen Oekonomie und Dauerhaftigkeit Rechnung zu tragen. Die Anlage kennzeichnet sich daher von Aufsen als einfacher Backstein-Rohbau mit thunlichster Vermeidung von Formziegeln, wobei unter Verwendung des zu Gebote gestandenen guten Materials aus den Hermsdorfer Ziegeleien bei allen architektonischen Gliederungen eine gewisse Einheitlichkeit in der Gesammt-Erscheinung des Bauwerks erreicht wurde.

Für die Fenstersohlbänke in sämmtlichen Zellenräumen, mit Ausnahme der grofsen Schlafsäle im zweiten Stockwerk, ist, wie bei dem Verwaltungsgebäude, Granit als Material gewählt, um den Vergitterungen eine möglichst haltbare Befestigung zu gewähren. Mit demselben Gestein ist auch der Sockel dieses Gebäudes oberhalb des Terrains bekleidet worden. Zur Dachbedeckung ist englischer Schiefer angewendet, nur die kleinen, mit flacher Dachneigung versehenen Anbauten haben eine Zinkbedachung erhalten.

Behufs Erzielung thunlichster Feuersicherheit sind sämmtliche Räume überwölbt und die Treppen mit Granitstufen und Granitpodesten angenommen. Um bei einem etwa entstehenden Dachbrande einer schädlichen Erhitzung der Eisenconstructionen in den Saaldecken möglichst vorzubeugen, ist über der durchgehenden Dachbalkenlage ein 5 ᶻᵐ starker Lehmestrich auf Staakung ausgeführt. Brandmauern in den Dachräumen, deren Thürdurchbrechungen mit eisernen Flügeln versehen sind, dienen aufserdem noch zur möglichsten Lokalisirung eines daselbst ausbrechenden Feuers.

An verschiedenen Stellen der Corridore sind durch Anbringung starker eiserner Gitterthore innere Abschnitte gebildet, welche sowohl ein Entweichen einzelner Gefangenen erschweren, als auch die Bewältigung einer etwa ausbrechenden Emeute durch Absperrung des Entstehungsorts erleichtern sollen.

An passenden Stellen sind Glasabschlüsse angebracht, um die Entstehung von Zugwind zu verhüten und die Erhaltung einer gleichmäfsigen Temperatur in den Corridoren zu ermöglichen. Die Fufsböden der Corridore und Aborte haben einen Asphaltbelag erhalten. In den Zellen, verschiedenen Schlafräumen und Wärterzimmern bestehen die Fufsböden aus 4 ᶻᵐ starken gespundeten und genagelten Brettern, welche demnächst dreimal mit heifsem Leinöl unter geringem Farbezusatz getränkt worden sind.

Die Aborts-Anlagen sind mit Wasserspülung durch das Sitzbrett versehen und stehen mit Saugschlotten in Verbindung, welche durch Heifswasser-Spiralen erwärmt werden und auf diese Weise eine Entlüftung der einzelnen Abortsräume herbeiführen. Auch die Isolirzellen haben besondere Closets mit ähnlicher Wasserspülung erhalten. Jeder Closetsitz ist unabhängig von der Zellen-Ventilation durch ein Abzugsrohr entlüftet.

Die Erwärmung dieses Gebäudes wird durch eine Heifswasser-Heizung bewirkt. Die Ventilation erfolgt hier nach dem Principe der Aufsaugung. Es sind zu dem Behufe in den Mittelmauern senkrechte Abzugsröhren für die verdorbene Luft angelegt, welche sämmtlich in einen horizontalen Sammelcanal münden, der zwischen dem Gewölbe des Kellercorridors und dem Corridorfufsboden im Erdgeschosse sich hinzieht. Vertikale Saugeschlotte führen die verbrauchte Luft von dort aufwärts nach der Atmosphäre. Die Aufsaugung der verbrauchten Luft wird theils durch Gasroste, theils durch Heiswasser-Spiralen innerhalb dieser Schlotte bewirkt. Aufserdem sind neben den besteigbaren Rauchrohren der Feuerungsanlagen Ventilationsrohre aufgeführt und mit ersteren durch gemauerte oder von starkem Eisenblech construirte Wangen verbunden, um die überschüssige Wärme der Verbrennungs-Producte für Entlüftungszwecke thunlichst auszunutzen. Selbstverständlich ist bei der bedeutenden Ausdehnung des Gebäudes die Ventilationsanlage nach der Zahl der vorhandenen Saugeschlotte in ebenso viele abgeschlossene Systeme zerlegt, welche derartig abgegrenzt sind, dafs die horizontalen Wege für die Luft ein gewisses als zulässig erachtetes Maximum nicht überschreiten.

Die erforderlichen Heizapparate sind im Kellergeschosse auf 6 verschiedenen Stellen angeordnet und in 28 einzelnen Systemen, von denen jedes nicht über 250 ᵐ Rohrlänge hat, derartig angeordnet, dafs es möglich ist, jedes System unabhängig von dem anderen für sich zu heizen und demgemäfs z. B. die dem Winde mehr ausgesetzten Gefängnifszellen mit einem höheren Wärmegrade zu versehen, als die entgegengesetzten. Die angegebene gröfsere Zahl getrennter Heizsysteme gewährt zugleich den Vortheil, dafs einzelne Zellengruppen bei nur theilweiser Belegung der Gefängnisse nach Bedürfnifs ausgeschaltet werden können und dafs vorkommende Reparaturen den Betrieb der Heizung nur an wenigen Stellen unterbrechen. In den Zellen des Kellergeschosses liegt die Hälfte der Heizungsröhren unterhalb der Decke, damit das System eine Steigung erhält und daher eine leich-

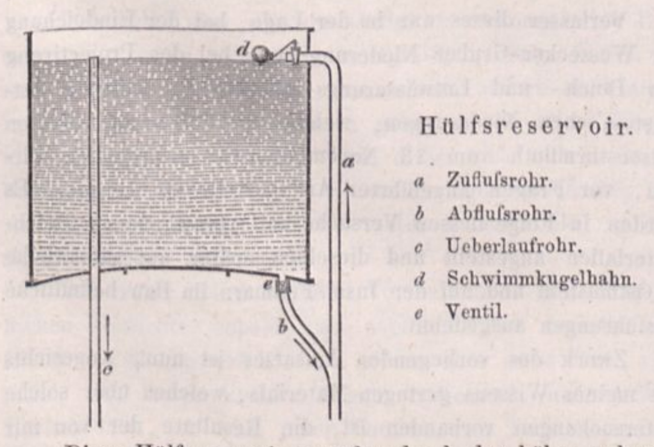
tere Circulation des Wassers erzielt wird. In den übrigen drei Geschossen dagegen befinden sich die Röhren in der Nähe des Fufsbodens übereinander und zwar längs der Fensterwände behufs schnellerer Erwärmung der unter der Gewölbedecke in Z förmigen Canälen einströmenden frischen Luft.

Ueber alle sonstigen Einzelheiten der Heizungs- und Ventilations-Anlagen dieses ersten Gefängnisses soll in einem besonderen Capitel das Erforderliche späterhin mitgetheilt und damit zugleich eine Darlegung der in den anderen Gefängnissen ausgeführten verschiedenartigen Heizungs- und Ventilations-Vorkehrungen verbunden werden.

Die Anstalt ist mit einem eigenen Wasserwerk versehen, welches für ein tägliches Verbrauchsquantum von 198 kb^{m} (1600 Consumenten à 124 Liter) derartig construirt wurde, dafs das Hochreservoir im Wasserthurm etwa ein Drittheil des gesammten Tagesquantums aufnehmen kann.

In Folge der gegen das ursprüngliche Project gesteigerten Zahl der Consumenten (von 2000 gegen 1600) und namentlich wegen der für nothwendig befundenen ausgedehnteren Verwendung von Wasser zu verschiedenen Zwecken ist der tägliche Wasserverbrauch ein erheblich gröfserer geworden. Demgemäfs reichte das Hochreservoir des Wasserthurms nicht mehr vollständig aus, um die Schwankungen im Tagesverbrauch auszugleichen und um das für die Nachtstunden erforderliche Verbrauchsquantum aufzunehmen. Letzteres war aber aus Sparsamkeitsgründen anzustreben, damit eine kostspielige Dampfentwickelung während der Nacht zum Betriebe der grofsen Pumpmaschinen im Wasserthurm vermieden wurde.

Da das Verbrauchsquantum während der Nachtstunden nach genauen Ermittelungen 135 bis 150 kb^{m} beträgt, das Hochreservoir aber nur einen Fassungsraum von 70 kb^{m} hat, so erschien es nothwendig, durch Hülfsreservoire noch einen weiteren Wasservorrath von 80 kb^{m} zu beschaffen. Hierzu sind, um allzu grofse Beanspruchungen des Mauerwerks zu vermeiden, 4 Reservoire à 20 kb^{m} gewählt, welche im Bodenraum der seitlichen Vorbauten des ersten und zweiten Gefängnisses aufgestellt wurden.



Hülfsreservoir.
a Zuflufsrohr.
b Abflufsrohr.
c Ueberlaufrohr.
d Schwimmkugelhahn.
e Ventil.

Diese Hülfsreservoire werden durch das höher gelegene Hauptreservoir im Wasserthurm gespeist und functioniren selbstthätig. Die Zuflufsleitung, welche gleichzeitig die Abflufsleitung bildet, reicht bis zum höchsten Wasserspiegel und wird abgesperrt durch einen Schwimmkugelhahn, wenn der höchste Wasserstand erreicht ist. Durch ein Abzweigrohr ist das Hauptzuflufsrohr mit dem Boden jedes Bassins verbunden. In letzterem befindet sich ein Ventil, welches so lange geschlossen bleibt, als der Druck aus dem Wasserthurm stärker ist. Läfst derselbe nach Entleerung des Bassins im Thurm nach, so öffnet sich das Ventil und das Hülfsreservoir beginnt sich zu entleeren. Für Ueberlaufrohre bei Undichtigkeiten der Ventile etc. und für den Ablauf des Schwitzwassers ist Sorge getragen.

Das für die ganze Bauanlage erforderliche Leuchtgas wird, wie oben erwähnt, in einer eigenen Gasanstalt bereitet und jedem einzelnen Gebäude nach Maafsgabe des obwaltenden Bedürfnisses zugeführt.

Die Flammen in den Isolirzellen und in den verschiedenen Schlafräumen sind mit den üblichen Regulirungshähnen versehen; die Absperrung und Eröffnung der Leitungen erfolgt indessen nur durch die in den Corridoren liegenden Haupthähne, welche allein den Aufsichtsbeamten zugänglich sind.

Abgesehen von anderen Sicherheitsvorkehrungen wurde ein Hauptwerth darauf gelegt, dafs die in den verschiedenen Räumen befindlichen Gefangenen sowohl bei Tage als auch bei Nacht von den Corridoren aus leicht und ohne Geräusch beobachtet werden können. Um diesen Zweck zu erreichen, sind nicht allein in allen Thüren, sondern bei gröfseren Räumen auch an verschiedenen Stellen im Mauerwerk kleine verglaste und mit Schieber versehene Beobachtungs-Oeffnungen in passender Höhe angebracht. Um auch während der Nacht in der Lage zu sein, die Hafträume, deren Gasflammen um 7 Uhr erlöschen, beobachten zu können, sind bei allen Räumen oberhalb der Thüren sogenannte Leuchtöffnungen, d. h. kleine vergitterte Fenster von $0{,}_4$ ^{m} im Quadrat angebracht, durch welche eine schwache, aber ausreichende Erhellung der Zellen etc. vermittelst der während der Nacht im Corridor brennenden Flammen erzielt wird.

Diese Leuchtöffnungen dienen aufserdem im Sommer dazu, eine zweckmäfsige Ventilation der Räume zu unterstützen.

Ueber die für Thüren und Fenster angewendeten verschiedenen Constructionen, sowie über die Detail-Einrichtung der Zellen und Schlafräume soll in einem späteren Capitel das Erforderliche gesagt werden.

Das zweite Gefängnifs.

Das zweite Gefängnifs für Erwachsene, welches in Zeichnungen auf Bl. 53 bis 59 specieller dargestellt ist, kann wie das erste Gefängnifs ca. 450 Gefangene aufnehmen. Die Abmessungen, die Eintheilung, Benutzungs- und Bauart dieses Gebäudes sind dieselben wie beim ersten Gefängnifs.

Es gilt daher das bei jenem Gebäude Gesagte auch hier, soweit es nicht durch das Nachfolgende modificirt wird.

Im Laufe der Zeit hat sich das Bedürfnifs herausgestellt, auch für die zahlreichen Gefangenen jüdischer Confession einen kleinen Betsaal zu beschaffen. Dieser ist im Mittelbau des Vorderhauses, und zwar im zweiten Stockwerk, dem jüdischen Ritus entsprechend eingerichtet. Die Länge des mit 4 Fenstern versehenen Betsaales ist $11{,}_{15}$ ^{m}, die Breite 5^{m}, während die lichte Höhe $4{,}_4$ ^{m} beträgt.

Gänzlich abweichend vom ersten Gefängnifs sind allein die Heizungs- und Ventilations-Einrichtungen. Während dort die Erwärmung durch eine Heifswasser-Heizung und die

Ventilation nach dem Principe der Aspiration erfolgt, wurde im zweiten Gefängnifs eine Luftheizung mit Pulsion zur Ausführung gebracht, mit welcher naturgemäfs eine Ventilation verbunden ist.

Die für das ganze Gebäude zur Heizung und Ventilation zu verwendende Luft wird aus einem an geeigneter Stelle des Gefängnifshofes aufgeführten Luftschacht entnommen und durch zwei gemauerte unterirdische Canäle von je $1,_{36}$ m Breite und $0,_{89}$ m Höhe nach dem Mittelbau des Gefängnisses geführt. Der Luftschacht steht auf einem Rasenplatze und ist mit Strauchwerk umpflanzt. Die vier grofsen Einströmungs-Oeffnungen sind mit feinmaschiger Gaze überspannt, um Staubtheilchen und sonstige Verunreinigungen abzuhalten. In dem unter der Vordertreppe des Mittelbaues liegenden Raume vereinigen sich die beiden Luftzuführungs-Canäle, und von diesem Sammelraume zweigen sich alsdann drei Luftvertheilungs-Canäle ab, die, unter dem Kellerpflaster sich nach links und rechts wendend, die beiden entsprechenden Flügel des Vordergebäudes mit frischer Luft versehen, respective geradeaus gehend dieselbe nach dem Isolirflügel leiten.

In jedem dieser Vertheilungscanäle ist ein Ventilator aufgestellt, welcher die Luft nach den Heizkammern im Gebäude treibt. Hier erwärmt sich die Luft an Heifswasser-Spiralen und verbreitet sich unter dem Drucke der Ventilatoren in horizontalen Vertheilungscanälen, die unter dem Corridorfufsboden des Erdgeschosses liegen. Aus diesen Vertheilungscanälen steigt die Luft vermittelst einzelner verticaler Canäle von entsprechendem Querschnitt in die zu heizenden Räume.

Die Zuführungsrohre für die erwärmte frische Luft enden für jeden Raum $0,_{6}$ m unter der Decke und haben Oeffnungen an der Decke und auch am Fufsboden mit den nöthigen Gittern und Regulirungsklappen. Hierdurch ist die Möglichkeit geboten, den Luftzutritt je nach Bedürfnifs entweder oben oder unten zu gestatten.

Die Abführungsrohre für die verbrauchte Luft liegen meistens den Zuführungsrohren diagonal gegenüber. Sie steigen bis zum Fufsboden des Dachgeschosses empor und münden hier in schwach geneigten Holzcanälen, die mit Zinkblech sorgfältig ausgefüttert sind und mit den vertikalen Abzugsschlotten in Verbindung stehen. Die letzteren liegen, wo sich dies erreichen liefs, in unmittelbarer Nähe der warmen besteigbaren Schornsteine, nur durch eine starke Blechwand von diesen getrennt. Hierdurch wird namentlich im Winter die Abführung der verbrauchten Luft wesentlich gefördert.

Aehnlich und aus denselben Gründen wie beim ersten Gefängnifs sind auch hier eine Zahl getrennter Heiz- und Ventilations-Systeme angelegt.

Zum Betriebe der drei Ventilatoren ist in einem benachbarten Raume des Kellergeschosses eine Dampfmaschine von 5 Pferdekräften aufgestellt, welche ihren Dampf durch unterirdische Rohrleitungen aus dem Betriebsgebäude erhält.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber Güte und Widerstandsfähigkeit von Deichmaterialien.

(Mit Zeichnungen auf Blatt P im Text.)

Wenngleich nicht zu verkennen ist, dafs bei jeder Deichanlage die Lage des Deiches gegen die angreifende Welle und eine den Umständen und Verhältnissen angepafste Profilirung des Deichkörpers in erster Linie auf die gröfsere oder geringere Wehrfähigkeit ihren Einflufs ausüben, dafs ebenso auch ein gewissenhaftes und sorgfältiges Beachten aller baulichen Mittel, welche die Dichtung des Deichkörpers bezwecken, sowie eine strenge Fernhaltung aller Umstände, welche einer gehörigen Dichtung des Deiches in sich und einer innigen Verbindung desselben mit seinem Untergrunde hinderlich sind, in bedeutendem Maafse zur Stabilität beitragen, so ist doch auch dem vierten Factor der Wehrkraft jedes Deiches, dem Deichmateriale, ein nicht zu unterschätzendes Gewicht beizulegen, und man darf in der Wahl desselben nicht in oberflächlicher Weise verfahren. Sehr häufig ist man allerdings an die örtlich vorkommenden Erdarten gebunden, und meistens gestatten es die finanziellen Verhältnisse der Bauausführung nicht, bessere Erdarten aus gröfserer Ferne heranzuholen und das weniger gute nähere Material unbenutzt zu lassen. Es giebt aber doch manchmal Fälle, bei denen eine Erwägung in dieser Richtung Platz greifen mufs. Will man dann in solchem Falle, wo sich der Kostenerhöhung durch vergröfserten Transport der relative Werth des besseren Materials zum schlechteren gegenüber stellt, rationell verfahren, so wird es unbedingt nothwendig, den Werth der vorhandenen Bodenarten zu kennen, d h. die Materialien hinsichtlich ihrer Eigenschaften und ihres Verhaltens gegen äufsere Einflüsse zu prüfen und ihren relativen Werth hiernach und an der Hand der Erfahrungen festzustellen.

Verfasser dieses war in der Lage, bei der Eindeichung der Wessecker-Gruber-Niederung und bei der Projectirung von Deich- und Entwässerungs-Anlagen in anderen Ostholstein'schen Niederungen, welche in Folge der grofsen Ostseesturmfluth vom 13. November 1872 erforderlich wurden, vor Fragen angeführter Art gestellt zu werden. Es wurden in Folge dessen Versuche mit verschiedenen Deichmaterialien angestellt und dieselben später auf sämmtliche in Ostholstein und auf der Insel Fehmarn im Bau befindliche Ausführungen ausgedehnt.

Zweck des vorliegenden Aufsatzes ist nun, Angesichts des meines Wissens geringen Materials, welches über solche Untersuchungen vorhanden ist, die Resultate der von mir gemachten Versuche mitzutheilen, weil sie Schlüsse von allgemeinem Interesse zulassen und vielleicht in manchen Fällen gewisse Anhaltspunkte zu geben vermögen.

Auf Blatt P im Text zeigt Figur 1 die Situation des östlichen Holsteins und der Insel Fehmarn mit den Orten, denen die Proben entnommen wurden. Wie schon gesagt, war es speciell die Eindeichung der Wessecker-Gruber-Niederung (a b in der Skizze), welche zu der Frage Veranlassung gab, ob man das vor der Sturmfluth verwendete ört-

liche Material, den reinen Dünensand, unter Zuhülfenahme einer Lehmbekleidung benutzen sollte, oder ob man besser thäte, den ganzen Deichkörper aus gutem Lehm herzustellen, der jedoch aus zum Theil grofser Entfernung auf Interimsbahnen mit Pferde- und Locomotivbetrieb herangefahren werden mufste. An der Hand der an Ort und Stelle gemachten Erfahrungen, wo die früheren, aus Dünensand bestehenden Deiche durch die Sturmfluth von 1872 in ihrer ganzen Ausdehnung total vernichtet und dem Erdboden gleich gemacht waren, sowie nach den reichen Erfahrungen, welche man in Holland mit Sanddeichen gemacht, mufste der Grundsatz anerkannt werden, dafs Sanddeiche, mit einer Lehmdecke versehen, nur so lange wehrfähig sind, als letztere in beschädigtem Zustande den Sandkörper in der ganzen Ausdehnung noch deckt, dafs aber, sobald Schälungen die Decke durchbrechen und stellenweise der Kern frei wird, der Bestand des Deiches auf lange Strecken gefährdet ist.

In Folge dieses Umstandes entschlofs man sich, die Deiche ganz in Lehm auszuführen, und tauchte naturgemäfs hierbei die technische Frage über die Wahl der Gewinnungsstellen auf. Bohrungen und Grabungen, den Deichen näher und ferner, ergaben die verschiedenartigsten Materialien und bedingten Versuche, die feststellten, welche Materialien zur Verwendung zugelassen werden konnten, und welche ihrer Eigenschaften wegen als unzulänglich bezeichnet werden mufsten.

Um in dieser Richtung sichere Anhaltspunkte zu haben, liefs ich mir von ausgeführten Deichen an der Nordsee neben anerkannt guten Proben auch solche kommen, welche in ihrer Brauchbarkeit auf den untersten Werthstufen standen, und unterwarf dieselben gemeinsam mit den zu prüfenden einer Reihe von Versuchen, welche ihre Eigenschaften und ihr Verhalten gegen äufsere Einflüsse darlegten.

Nachdem ich später die Versuche auch auf sämmtliche Deichbauten in Ostholstein und Fehmarn ausgedehnt hatte, ergab sich ein Bild von mannigfaltigem Interesse, das ich mir erlaube, nachstehend zu entrollen.

Betrachtet man die am häufigsten vorkommenden Erdarten, so lassen sich ganz handgreiflich einige Sorten als zum Deichbau unbrauchbar ausscheiden, andere als brauchbar anerkennen. Zu ersteren gehören vor allen Dingen alle torfhaltigen Erdarten, weil diese nicht allein durchlässig sind, sondern auch ein zu geringes specifisches Gewicht haben, welches zuweilen unter 1 herabsinkt, so dafs sie auf Wasser schwimmen.

Der reine Sand hat den Vortheil eines grofsen specifischen Gewichts, sobald man annimmt, dafs derselbe den Raum vollständig erfüllt. Da er das aber nicht thut, vielmehr, aus lauter kleinen Kugeln bestehend, unausgefüllte Lücken läfst, so wird jener Vortheil zum Theil illusorisch, und die gleiche Deichmasse eines thonhaltigen Sandes wird unter Umständen schwerer sein als die aus reinem Sande. Aus der Art der Lagerung des Sandes folgt aber für diesen die sehr unangenehme Eigenschaft der Durchlässigkeit, wobei offenbar der Grad der Feinheit nur den Grad der Durchlässigkeit verändern, diese Eigenschaft selbst aber niemals aufheben kann.

Wenn daher Sanddeiche, wie es in Ostholstein im Jahre 1872 der Fall war, lange Zeit hindurch hohem Wasserdrucke ausgesetzt sind, so tritt allmälig eine Infiltration des Körpers ein, die Binnenböschung weicht aus, sobald sie gesättigt ist, weil der Ruhewinkel des Sandes kleiner wird, je mehr er mit Wasser durchzogen ist, die Kappe sinkt nach, und ganze Deichstrecken verschwinden plötzlich, sobald die nachgesunkene Kappe den Uebertritt des Wassers nicht mehr hindern kann. Schon aus diesem Grunde ist reiner Sand als ein nicht wehrfähiges Material anzusehen und beim Deichbau zu verwerfen.

Sandige, humose Ackererde hat vor dem reinen Sande den Vorzug, dafs sie sich im Deiche dichter lagert, indem die humosen Theilchen die Lücken, welche der Sand läfst, ausfüllen, also eine Masse bilden, welche gegen Wasser bedeutend weniger durchlässig erscheint, und die wohl meistens als genügend dicht angesehen werden darf. Hingegen fehlt auch hier wie beim Sande die Cohäsion der einzelnen Theile, ein Kleb- und Bindstoff, dessen Abwesenheit das Material gegen die Einwirkung bewegten Wassers widerstandlos macht. Bei Deichen, welche Wellenschlag oder starken Strömungen ausgesetzt sind, ist auch dieses Material als nicht wehrfähig zu verwerfen.

Alle Erdarten dagegen, welche Thonerde enthalten, seien es absolut reine Thonarten, seien es sog. Mergel oder Lehmarten, die stark mit Sand versetzt sind, ja selbst solche Sandarten, die nur so wenig thonartige Theile besitzen, dafs die Cohäsion der Sandkörner gesichert ist, sind die zu Deichbauten passenden Erdarten und im Allgemeinen alle als verwendbar zu bezeichnen. Letztere Regel gilt indessen nicht in so umfassender Weise, dafs nicht auch hier Ausnahmen vorkommen könnten, ja wir werden sogar sehen, dafs es fast reine Thonarten giebt, welche geradezu unbrauchbar sein können. Gemeinhin pflegt man anzunehmen, dafs eine Thonart die brauchbarste sei, welche aus demjenigen Gemenge besteht, das man bei der Ziegelfabrikation als das beste erachtet, d. h. die einen bestimmten Procentsatz an Sand enthält. Hat man derartige Materialien gefunden, so glaubt man meistens, sich beruhigen zu dürfen und auf nähere Untersuchungen nicht eingehen zu müssen.

Gleichwohl giebt es manche Fragen, die sich nur bei näherer Präcision der Eigenschaften jener thonartigen Materialien beantworten lassen. Die Mannigfaltigkeit solcher Erdarten in ihrer Zusammensetzung, der Procentsatz an Sand und sonstigen Beimischungen, der Grad der Feinheit des Sandes, der Gehalt an kohlensaurem Kalk etc. bedingen die relative Güte des Deichmaterials, und eine gröfsere Anzahl von Versuchen in dieser und anderer Beziehung bietet eine Grundlage für die Beurtheilung des relativen und auch des absoluten Werthes der einzelnen Materialien.

Bevor ich zu den einzelnen Untersuchungen übergehe, wird es nothwendig, die den Versuchen zu Grunde gelegten Proben kurz anzuführen.

Die 44 in Betracht gezogenen Erdarten, mehr oder weniger mit thonigen Bindemitteln versehen, gruppiren sich wie folgt:

I. Erdarten aus den Marschgegenden an der Nordsee.

1. Klaiboden der Marschdeiche bei Husum.
2. Klaiboden aus den Pottwerken (Schachtgruben) vor dem Süderheverkoog bei Husum.
3. Klaiboden aus der Deichverstärkung des Süderheverkoogs, 1862.

4. Marschboden aus dem Heller-Anwachse bei Bensersiel in Ostfriesland.
5. Thonmergel aus dem Abwässerungs-Canal bei Esens in Ostfriesland.
6. Marschboden aus dem Heller-Anwachse bei Westeraccumersiel in Ostfriesland.
7. Marschboden der Elbniederung bei Harburg (Insel Wilhelmsburg).

II. Erdarten der projectirten und ausgeführten Deichanlagen im östlichen Holstein.

a. Durchdämmung des Gruber Sees.

8. Blauer Thon aus den Pottwerken zur Durchdämmung des Gruber Sees bei Grube.

b. Bedeichung der Klostersee-Niederung.

9. Lehm vom Schulberge bei Grömitz.
10. Lehm von der Sager'schen Koppel bei Grömitz.
11. Lehm von der Colsehen'schen Koppel daselbst.
12. Lehm von der Koppel Wintershörn bei Kellenhusen.

c. Bedeichung der Wesseck-Gruber-Niederung.

13. Sandiger Lehm von der Abschrägung bei Dahme.
14. Lehmiger Sand daselbst.
15. Desgleichen wie 14.
16. Lehm von der Fick'schen Koppel unweit Dahme, unmittelbar unter der Ackererde.
17. Lehm wie 16, aber in $1{,}_5{}^{m}$ Tiefe gewonnen.
18. Diluvialer Thonmergel vom Rosenfelder Berge, $1{,}_5{}^{m}$ tief gewonnen.
19. Rother Thonmergel daselbst, 5^{m} tief gewonnen.
20. Röthlich blauer Thonmergel daher, 8^{m} tief gewonnen.
21. Weifslich blauer Thonmergel daher, 10^{m} tief gewonnen.
22. Lehm von der Abschrägung bei Rosenfeld, 2^{m} tief gewonnen.
23. Gelber Lehm vom Berge bei Weifsenhaus.
24. Gelber sandiger Lehm von Wesseck.

d. Bedeichung der Water-Neverstorf-Neudorfer Niederung.

25. Lehm von der Koppel Frensahl bei Hafsberg.
26. Lehm von der Lippe.
27. Lehm vom sog. Knüll, Station 49 des Deichs.
28. Lehm daher, Station 60 des Deichs.
29. Lehm von der Koppel Sibirien.

e. Bedeichung der Niederung an der Strander Bucht bei Friedrichsort.

30. Lehm von der Koppel Strander Kamp.
31. Lehm von der südlichen Gewinnungsstelle daselbst.

III. Erdarten der Bedeichungen auf der Insel Fehmarn.

a. Im Süden der Insel.

32. Gelblich grüner Lehm bei Gollendorf.
33. Schwarzer mooriger Lehm daher.
34. Gelber Lehm von Sulstorf.
35. Blauer Thon aus der durchdeichten Wyk bei Sulstorf.

b. Im Westen der Insel.

36. Grünlich gelber Lehm bei Kopendorf.
37. Gelber Lehm von Böjendorf.
38. Bräunlich moorartiger schlickhaltiger Lehm bei Wester-Marckelsdorf.

c. Im Norden der Insel.

39. Blaugrauer Lehm bei Puttgarden.
40. Blaubrauner Lehm daher.

d. Im Osten der Insel.

41. Gelber Lehm bei Presen.
42. Grünlicher Thon daher.
43. Grünlich gelber seifenartiger Thon daher.
44. Weifslicher lehmiger Kalkmergel daher.

Die in obiger Zusammenstellung den einzelnen Proben gegebenen Nummern entsprechen den Nummern in der Tabelle auf Seite 361/62, welche die Versuchsresultate enthält, auch sind sie, soweit die Proben aus Ostholstein und Fehmarn stammen, in die Skizze Figur 1 (Blatt P) eingetragen.

Bei Ausführung der Untersuchungen handelte es sich nun zunächst um die Frage, welche Umstände überhaupt bei der Beurtheilung der Güte von Deichmaterial in Betracht zu ziehen seien, um die Richtung des Ganges der Untersuchungen und den Umfang der letzteren festzustellen. Die Frage läfst sich endgültig erst durch die Versuche selbst und die daraus zu ziehenden Resultate beantworten, insofern es sich nämlich darum handelt, bei neuen vorliegenden Proben auf dem kürzesten Wege zur relativen Werthbestimmung zu gelangen, sie läfst sich aber durch die folgenden Ueberlegungen im Grofsen und Ganzen und in den Hauptpunkten schon vorher präcisiren.

Erste Versuchsreihe.

Zunächst ist es zweifelsohne klar, dafs der gröfsere oder geringere Sandgehalt auf die Güte des Materials Einflufs haben mufs. Die Prüfung des Sandgehalts ist daher in erster Linie erforderlich. Im Allgemeinen wird man sagen müssen, dafs ein gröfserer Sandgehalt das Material verschlechtert; ob das aber in proportionalem Verhältnisse geschieht, ist eine Frage, die nicht ohne Weiteres zu beantworten ist und später erörtert werden soll. Nimmt man an, ein thoniges Deichmaterial bestehe aus Theilen, die in Wasser löslich und die in Wasser nicht löslich sind, so wird man nicht sehr fehl gehen, wenn man unter ersteren die eigentlichen Binde- oder Klebmittel versteht, und letztere mit dem Namen Sand bezeichnet.

In dieser Beziehung wurden die Proben zunächst getrocknet, pulverisirt und ein bestimmtes Quantum derselben in einem cylindrischen Glase gemessen. Das so festgelegte Raummaafs wurde nun ausgewaschen, indem stets frisches Wasser in einer Schale zugegeben und nach erfolgter Trübung durch das Auswaschen selbst abgelassen wurde. Diese Procedur wurde so oft wiederholt, bis das Wasser sich nicht mehr trübte, d. h. alle löslichen Theile entfernt waren. Der übrig gebliebene Rest wurde alsdann getrocknet, zerfeinert und wiederum in demselben Glase gemessen, und darnach der Procentgehalt der Probe an unlösbaren Stoffen (Sand) festgestellt.

Zweite Versuchsreihe.

Es ist aber fernerweit klar, dafs auch die Structur des Sandes auf die Güte des Materials von Einflufs sein mufs, indem offenbar sehr grobe Sandkörner, durch thonige Bindemittel gebunden, ein nicht so festes Gefüge bilden können, als wenn der Sand sehr fein ist. Auch zeigte es sich bei manchen Proben, dafs dem Sande von bestimmter Feinheit einzelne gröbere kiesartige Körner von Erbsen-, Nufs- und

Wallnufsgröfse beigemengt waren, und ist es evident, dafs auch diese durch ihre gröfseren Haftflächen in noch weiterem Maafse das Gefüge lockern.

Um nun auch in dieser Beziehung einen relativen Vergleichsmaafsstab zu haben, sind für die Grade der Feinheit des Sandes mit Rücksicht auf die gröberen Beimischungen 12 Stufen angenommen, nach folgendem Modus:

Stufe 1 staubförmig fein.
- 2 sehr fein.
- 3 fein.
- 4 ziemlich fein.
- 5 fein mit einzelnen gröberen Körnern bis Erbsengröfse.
- 6 etwas grob.
- 7 ziemlich fein, mit groben Theilen bis Wallnufsgröfse gemischt.
- 8 grob.
- 9 etwas grob mit einzelnen erbsengrofsen Körnern.
- 10 grob mit Theilen von Wallnufsgröfse.
- 11 grob mit vielen Körnern bis Wallnufsgröfse.
- 12 sehr grob.

Die Resultate des Sandgehalts sowie des Grades der Feinheit sind in der Tabelle sub Spalte a für die einzelnen Proben unter diesen Gesichtspunkten zusammengestellt.

Dritte Versuchsreihe.

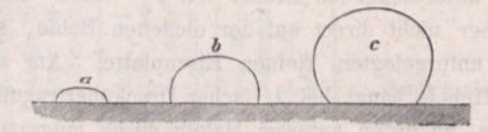
Auch das specifische Gewicht der Bodenarten ist von grofsem Belange für die Stabilität eines Deiches. Hier gilt das Princip der Proportionalität vollkommen, denn je schwerer die Erdart, desto besser ist sie für den Deich. Zur Ermittelung des Gewichts und auch zu den weiteren Versuchen wurden kleine, oben offene Holzkasten von 61^{mm} Seite und 15^{mm} Höhe hergestellt. Um die Proben gut und schliefsend hinein zu bringen, war die eine Seite des Kastens offen, und wurde erst nach Einbringung der Probe geschlossen.

Es wurde ein bestimmtes Quantum der Proben getrocknet, pulverisirt und unter gleichmäfsigem Zusatze von Wasser zu knetbarer Masse gemacht, dem Zustande der Bergfeuchtigkeit entsprechend, darauf etwa in der Festigkeit eines gut gestampften Deiches in den Kasten eingeknetet, die offene Seite des letzteren geschlossen und oben vollkommen eben abgestrichen.

Da die Kasten nicht ganz scharf einander glichen, so wurden die trockenen Proben später nach Inhalt gemessen und gewogen, und darnach das specifische Gewicht bestimmt. Columne b der Tabelle enthält diese Zahlen.

Vierte Versuchsreihe.

Landleute in Ostholstein wollten die Bemerkung gemacht haben, dafs eine Lehmart mit „Mergelgehalt" (in der Volkssprache) den Deichen schädlich sei, weil durch den Gehalt an kohlensaurem Kalk die Erdart leichter löslich würde und dem Wasser nicht zu widerstehen vermöge. Ob und in wie weit diese Ansicht begründet, lassen nur desfallsige Versuche erkennen. Es wurden also die unter Nr. 3 beschriebenen Proben in jener Beziehung geprüft. Ich liefs einen Tropfen rauchender Salzsäure auf die Proben fallen, und bemerkte den Grad des Aufbrausens, den dieser erzeugte. Je nachdem das Aufbrausen in der hierneben angegebenen Weise erfolgte, wurden 4 Grade unterschieden:



1. frei von kohlensaurem Kalke.
2. geringer Gehalt an kohlensaurem Kalk (a).
3. ziemlicher - - - - - (b).
4. sehr starker - - - - - (c).

In Columne c der Tabelle sind nach diesen Graden die Resultate angegeben.

Fünfte Versuchsreihe.

Reiner Thon und Thonarten mit geringen Procentsätzen Sand besitzen erfahrungsmäfsig die unangenehme Eigenschaft, beim Eintrocknen ihr Volumen stark zu verringern. Wenn man zum Deichbau solche Materialien anwendet, so ist die Befürchtung gerechtfertigt, dafs mit der Zeit sich Deichrisse bilden, und damit Undichtigkeiten entstehen, die um so gefährlicher werden, je gröfser das Schwindmaafs der verwendeten Erdart ist. Ob die Gröfse des Schwindmaafses lediglich von dem Grade der Reinheit des Thons abhängt, und ob dieselbe proportional mit der Zunahme des Sandgehaltes abnimmt, läfst sich ohne Weiteres nicht beantworten. Dazu sowohl, wie zur Beurtheilung der Fragen, welches Schwindmaafs noch zulässig erscheint, ob und welche bauliche Mittel im Stande sind, das Schwinden unschädlich zu machen, und bis zu welchem Grade man eventuell solche Mittel anzuwenden hat, ist eine dahin zielende Versuchsreihe gebildet, welche das lineare Schwindmaafs der Proben feststellte.

Die in Kasten gekneteten Lehmproben sind, wie schon bemerkt, alle in einer dem bergfeuchten Zustande entsprechenden Weise behandelt, indem gleiche Quantitäten Wasser gleichen pulverisirten Proben-Massen zugesetzt wurden. Nach vollständiger Eintrocknung wurden die Lichtweiten der Kasten und die eingetrockneten kleineren Proben genau gemessen, und aus beiden Zahlen das lineare Schwindmaafs und zwar in Procenten der Längeneinheit berechnet; in der Tabelle stehen dieselben unter der Columne d verzeichnet.

Sechste Versuchsreihe.

Es sind fernerweit die Proben auf ihre rückwirkende Festigkeit versucht worden. Zwar haben die Zahlen der rückwirkenden Festigkeit im Allgemeinen und an und für sich geringeren Werth, weil hierbei der Sandgehalt und auch wohl der Grad der Feinheit desselben einen gewissen Einflufs ausüben. Wenn man indessen aus verschiedenen Proben Gruppen bildet, die sich einander gleichen, oder nicht sehr verschiedenen Sandgehalt besitzen, so zeigen die Zahlen der Bruchgewichte den verschiedenen Grad der Cohäsion ziemlich genau an und lassen auf eine Haupteigenschaft des Bindemittels, d. h. auf die Zähigkeit desselben schliefsen. Diese Versuche sind mit einem Druckapparate hergestellt, wie er in Figur 2 auf Blatt P gezeichnet ist. An einer eichenen Bohle befindet sich ein eiserner Bolzen, welcher am oberen Ende ein Scharnier trägt, und das Auge eines buchenen Hebelsarmes aufnimmt. Ein zweites Scharnier mit eisernem Druckstempel von 1 □^{cm} Grundfläche ist in 10^{cm}

Entfernung vom ersten Scharnier angebracht und drückt auf die zubereitete Probe, bestehend aus einem geformten Würfel der zu untersuchenden Erdart von 1 ^{zm} Seite. Der Würfel ruht aber nicht direct auf der eichenen Bohle, sondern auf einer untergelegten kleinen Eisenplatte. Am anderen Ende des Hebels hängt bei 10facher Druckübertragung eine Federwaage, an deren unterem Haken durch langsames Anziehen mit dem Finger ein allmälig sich steigernder Druck auf die Probe ausgeübt werden konnte. Der in dieser Weise ausgeübte Druck besteht aus zwei Theilen. Bezeichnet in der Figur p das Eigenwicht des Hebeltheils von 90 ^{zm} Länge, p_1 das des kleineren Hebeltheils, p_2 das des Stempels und p_3 das der Federwaage, so setzt sich der constante, durch den Apparat allein hervorgerufene Druck P, wie folgt, zusammen:

$$p + p_1 = 0{,}_{32} \text{ Kg. (gewogen)}$$
$$p_2 = 0{,}_5 \text{ Kg. -}$$
$$p_3 = 0{,}_{46} \text{ Kg. -}$$

und die Gleichung:

$$P \cdot 10 = (p + p_1) \cdot 50 + p_2 \cdot 10 + p_3 \cdot 100$$

liefert:

$$P = 6{,}_7 \text{ Kg.}$$

Ohne Federwaage drückt der Apparat nur mit $2{,}_1$ Kg.

Die wirkliche Belastung der Probe besteht nun aus $P + Q$, wo:

$$Q = 10 A$$

stattfindet.

Mit diesem Apparate wurden für jede Probe, welche sorgfältig geformt und vollständig lufttrocken war, drei Versuche gemacht, die Bruchgewichte notirt, und aus ihnen das Mittel genommen, so dafs die gewonnenen Zahlen die rückwirkende Festigkeit der Materialien pro $\square^{\text{zm}}$ repräsentiren. Dieselben sind in der Tabelle unter Columne e aufgeführt.

Siebente Versuchsreihe.

Die Deiche sind im Allgemeinen je nach ihrer Lage und ihrem Zwecke entweder mehr der Einwirkung ruhenden oder aber bewegten Wassers ausgesetzt, oder sie haben endlich beiden Einflüssen in vollem Maafse zu widerstehen. Es ist daher auch in beiden Richtungen die Widerstandsfähigkeit ihrer Massen zu untersuchen. Um das Verhalten der Materialien gegen ruhiges Wasser zu prüfen, formte ich Würfel von 1 ^{zm} Seite, analog denen zu der sechsten Versuchsreihe verwendeten, liefs sie gehörig trocknen und setzte dieselben alsdann in je ein halbgefülltes Glas Wasser. Die Zeit, in welcher die Würfel unter Wasser in kleine Theilchen zerfielen, bildeten einen Maafsstab für ihren Widerstand gegen ruhendes Wasser. Ich bemerke aber, dafs hierbei eine eigentliche Auflösung nicht stattfand, sondern nur ein Zerfallen in einzelne Partikel, dafs man also aus den beobachteten Zeiten keine Schlüsse auf die absolute Widerstandsdauer machen darf, diese Zahlen vielmehr nur einen relativen Werth haben. Spuren von wirklicher Auflösung der bindenden Theile traten bei den meisten Proben erst nach Tagen und Wochen ein, und konnten nicht weiter beobachtet werden.

Diejenigen Proben, bei denen Spuren von Auflösung innerhalb der Dauer des Zerfallens eintraten, sind in der Tabelle in Columne f mit besonderem Vermerke versehen.

Achte Versuchsreihe.

Dieselbe umfafst die Versuche über den Widerstand der Proben gegen bewegtes Wasser, also gegen den Wellenstofs.

Die Versuche wurden durch Tropfenfall veranstaltet, und zwar in der Weise, dafs ich die in den Kästchen eingekneteten Proben nach ihrer Eintrocknung auf ein etwas geneigtes Brett mit Schalenuntersatz setzte, und vermittelst eines mit einem Hahne versehenen Gefäfses (in der, Figur 4 auf Blatt P skizzirten Weise) in gemessenen Zwischenräumen auf die glatte Oberfläche der Probe Tropfen von 4 ^{mm} Durchmesser aus einer Höhe von 75 ^{zm} fallen liefs. Damit der Tropfen nach dem Stofse sofort ablaufen konnte, war die Probe etwas schräg gestellt, und die Bretterunterlage mit einem kleinen Schlitz versehen, so dafs das zum Stofs gelangte Wasser in die Untersatzschale abflofs. Der Tropfenfall wurde so lange fortgesetzt, bis der erste Angriff auf die Probenfläche stattfand, und giebt mithin die Anzahl der Tropfen einen relativen Maafsstab des Widerstandes gegen Wasserstofs. Um indessen in dieser Richtung auch Zahlen von absolutem Werthe zu erhalten, wurde die Fallhöhe etwa der höchsten Wellenhöhe angepafst, welche die Deiche in Ostholstein vermöge ihrer Lage erhalten dürften. Die Lage der Deiche ist in Figur 3 auf Blatt P angegeben und sind dieselben bei durchschnittlicher Terrainhöhe von $+ 1{,}_0$ ^{m} über Mittelwasser um etwa 250 bis 300 ^{m} gegen die See zurück gelegt. Vor ihnen befindet sich eine Vordüne von etwa + 2 ^{m} M. W. Wenn nun die Brandungswellen am Vorstrande nach Beobachtungen $1{,}_5$ bis 2 ^{m} in maximo betragen, so wird sich vorm Deiche höchstens eine Welle von etwa $^3/_4$ Meter bilden können, der Fallhöhe jener Tropfen entsprechend. Die Tropfenzahlen sind in Columne g der Tabelle eingetragen.

Neunte Versuchsreihe.

Gelegentlich einer Bereisung der Deichbauten auf Fehmarn sah ich an einer Stelle des Presener Deichs in der Binnenböschung ein seifenthonartiges Material verwendet, welches auch bei nasser Witterung nicht stehen wollte und stromartig vom Deiche herabgelaufen war. Dasselbe besafs einen Ruhewinkel fast = 0, und trotz starker Sonnenhitze wollte das einmal flüssige Material nicht trocknen. Nur auf der Oberfläche hatte sich eine dünne Kruste mit unzähligen tiefen und breiten Spalten gebildet, die gleichfalls dünn überkrustet waren und ihrerseits wieder Nebenspalten bildeten, während der Körper selbst vollständig breiartig war. Dies offenbar nicht taugliche Material charakterisirte sich also dadurch, dafs es eine besonders lange Zeit zum Trocknen bedurfte, und habe ich, um auch solche Eventualitäten zu berücksichtigen, noch eine neunte Versuchsreihe angestellt, indem ich Würfel von 1 ^{zm} Seite in bergfeuchtem Zustande ohne Sonne, Wind und Ofenwärme langsam trocken werden liefs, bis durch einen Ritz mit scharfem Federmesser kleine Partikelchen absprangen, also vollständige Austrocknung an der Oberfläche eingetreten war. Die Zeiten dieser Erhärtung geben einen Maafsstab ab, welcher jene benannte Eigenschaft charakterisirt, und sind diese Zahlen in Columne h der Tabelle eingetragen. —

Nachdem ich damit meine Versuchsreihen geschlossen, möchte ich nun zur näheren Betrachtung der gewonnenen Resultate übergehen, um einerseits für die verschiedenen

Tabellarische Zusammenstellung der Versuchsresultate.

	a		b	c	d	e	f	g	h	
Nr. der untersuchten Proben.	Sand und im Wasser unlösliche Theile der Proben. Gehalt in Procenten	Grad der Feinheit nach 12 Stufen.	Specifisches Gewicht der Proben.	Gehalt an kohlensaurem Kalk nach 4 Stufen.	Lineares Schwindmaafs der Proben in Procenten.	Rückwirkende Festigkeit. Bruchgewicht in Klgr.	Getrocknete Würfel von 1 Kbzmtr. in ruhig. Wasser zerfallen nach Minuten	Tropfenzahl bei 75 mm Fallhöhe, bei welcher der erste Angriff stattfand.	Bergfeuchte Würfel von 1 Kbzmtr. erhärtet nach Stunden	Bemerkungen.
1	28	1	1,7	2	3,8	24,2	20	110	15	
2	16	1	1,5	3	10,6	35,7	90	95	22	
3	68	1	1,5	3	0,1	6,7	10	65	9	Erdproben aus den Marschen an der Nordsee.
4	44	1	1,6	3	0,1	7,6	4	60	14	
5	28	2	2,0	2	3,3	35,7	45	240	14	
6	10	5	1,7	2	6,9	51,7	50	80	20	
7	14	3	1,8	1	4,9	43,2	35	120	18	
8	48	5	2,1	1	3,3	43,2	40	70	11	Blauer Thon in Grube (Seedurchdämmung).
9	32	3	1,9	3	4,1	37,7	15	30	13	Von den Gewinnungsstellen in der Klostersee-Niederung.
10	44	5	2,0	1	4,1	25,2	18	30	11	
11	42	5	2,0	1	8,2	28,2	14	38	13	
12	46	5	2,1	3	2,1	28,2	16	20	9	
13	40	4	2,1	1	4,1	25,2	9	15	11	
14	46	4	2,2	1	3,3	25,2	7	10	11	
15	58	2	2,0	4	1,6	14,2	5	15	9	
16	40	9	2,1	1	4,9	33,7	24	40	14	Von den Gewinnungsstellen der Wessecker-Gruber-Niederung, südlicher Deich.
17	42	9	2,0	1	2,9	28,2	23	35	12	
18	16	9	2,0	3	6,5	45,2	27	190	12	
19	1	7	2,1	3	8,2	39,2	30	350	12	
20	1	7	2,1	3	6,5	58,2	34	570	12	
21	18	5	2,2	3	3,8	52,7	35	190	12	
22	44	5	2,2	3	3,3	34,2	20	35	12	
23	44	3	2,1	4	2,4	26,7	15	45	9	Daselbst nördlicher Deich.
24	36	7	2,0	3	2,0	18,2	10	30	9	
25	30	7	2,1	1	3,8	30,7	20	40	9	Von den Gewinnungsstellen der Water-Neverstorf-Neudorfer Niederung.
26	42	5	2,1	1	2,9	27,7	18	30	10	
27	38	5	2,0	1	4,6	30,2	25	45	12	
28	44	6	2,1	1	4,1	24,2	23	35	12	
29	44	5	2,1	1	4,9	32,7	24	40	11	
30	16	6	2,2	1	5,7	52,7	60	160	13	Von der Niederung an der Strander Bucht.
31	42	7	2,1	1	2,4	31,7	15	100	9	
32	30	7	2,2	1	3,3	27,7	40	20	16	
33	22	9	1,9	1	4,1	15,7	7	60	15	Vom Süden der Insel Fehmarn.
34	38	7	2,1	3	2,4	24,2	18	35	14	
35	20	4	2,0	4	3,3	21,7	8**	25	15	
36	3	10	2,0	1	5,7	57,7	30	40	18	Vom Westen der Insel Fehmarn.
37	38	5	1,9	3	3,3	19,2	3**	14	14	
38	3	2	1,9	1	8,2	34,2	30*	70	54	
39	18	11	2,2	1	4,9	50,7	30	70	14	Vom Norden der Insel Fehmarn.
40	26	5	2,1	2	5,7	49,2	30	80	17	
41	40	7	2,1	3	4,1	31,7	16	45	16	
42	1/4	8	2,0	1	9,0	40,7	13*	110	58	Vom Osten der Insel Fehmarn.
43	1/3	12	2,1	1	11,5	62,7	20**	110	62	
44	20	7	2,0	4	1,6	26,7	6*	37	14	

*) Mit theilweiser Auflösung.

**) Mit fast gänzlicher Auflösung.

Verhältnisse der Deichzwecke die erforderlichen Eigenschaften der Materialien durch Vergleiche zu präcisiren, andererseits für gewisse Eigenschaften obere und untere Grenzwerthe festzustellen, da es einleuchtet, dafs von absolut besten Deichmaterialien deshalb nicht die Rede sein kann, weil in den verschiedenen Bedarfsfällen je nach den näheren Umständen die eine oder andere Eigenschaft in eminentem Grade vorhanden sein mufs.

Zur besseren Uebersicht und Erkennung des ursachlichen Zusammenhangs gewisser Eigenschaften sind die Resultate der Versuchsreihen graphisch aufgetragen und auf Blatt P dargestellt.

Beginnen wir mit der Betrachtung der Linie für die letzte Versuchsreihe, welche die Dauer der Eintrocknung eines Cubikcentimeters der Proben von der Oberfläche darstellt. Sie zeigt vor allen Dingen drei besondere Eminenzien der Proben Nr. 38, 42, 43, welche 54 bis 62 Stunden gebrauchten, um trocken zu werden, während alle übrigen Proben in erheblich geringerer Zeit eintrockneten. Probe Nr. 43 ist die oben erwähnte, welche, obwohl sie nach fast allen anderen Richtungen der Untersuchung hin als ein gutes Material sich erwiesen, wegen dieser letzten Eigenschaft als gänzlich unbrauchbar hingestellt werden mufs. Es folgt hieraus das allgemein gültige Resultat, dafs man sonst gute Erdproben stets in dieser Richtung prüfen mufs, um besonderen Enttäuschungen und Unannehmlickeiten ausweichen zu können. Die Eigenschaft giebt gleichzeitig den schlagendsten Beweis von der Wichtigkeit und dem Werthe solcher Untersuchungen, wie sie diesem Aufsatze zu Grunde liegen.

Die bezüglichen drei Eminenzien lassen aber weiter einen Schlufs darüber zu, welche Anforderung man in dieser

Richtung an ein gutes Material stellen mufs. Das nächste relative Maximum der Erhärtungsdauer kommt der Probe Nr. 2 und der Nr. 6 zu, und da diese besonders gute Materialien sind und sich in der beregten Richtung besonders bewährt haben, so geht man nicht sehr fehl, wenn man fordert, dafs die Grenze der Erhärtungsdauer zwischen 22 und 54 Stunden liegen mufs. Bei einer Probe von 30 Stunden Erhärtungsdauer kann man vielleicht noch ziemlich ruhig sein, bei einer solchen von 40 Stunden dagegen können schon gerechte Zweifel der Zulässigkeit obwalten. Aufser diesem soeben nachgewiesenen Hauptresultate könnte man nun noch die Frage aufwerfen, ob und in welcher Weise in dieser Richtung der Sandgehalt influirt. Vergleicht man beide Linien mit einander, so scheinen in der That mit einzelnen Ausnahmen den Proben gröfseren Sandgehalts geringere Erhärtungszeiten zu entsprechen. Dafs der Sandgehalt aber keinesweges den ausschliefslichen Einflufs darauf ausübt, folgt aus den Proben Nr. 17—22. Alle diese sechs Proben haben gleiche Erhärtungszeiten, während der Sandgehalt bei den beiden äufseren bedeutend von den anderen abweicht.

Diese vier mittleren Proben gehören aber derselben Bodenart an, indem sie alle als diluvialer Thonmergel sich charakterisiren, und liegt deshalb die Vermuthung nahe, dafs auch die chemische Beschaffenheit der im Wasser lösbaren Theile influirt. Es zeigt sich in der That, dafs diese Proben einen ziemlichen Gehalt an kohlensaurem Kalk besitzen, welcher es plausibel erscheinen läfst, wenn sie dieserhalb rascher getrocknet sind. Die Proben 26—30, bei denen wenig Wechsel in der Erhärtungsdauer stattfindet, sind sämmtlich ohne Gehalt an kohlensaurem Kalk, auch entsprechen den Eminenzien an kohlensaurem Kalkgehalt, den Nummern 12, 15, 23, welche ziemlich gleichen Sandgehalt besitzen, verhältnifsmäfsig geringe Erhärtungszeiten, wodurch die Vermuthung bestärkt wird, dafs auch der „Mergelgehalt" (kohlensaurer Kalk) einen Einflufs auf die Dauer der Erhärtung ausübt.

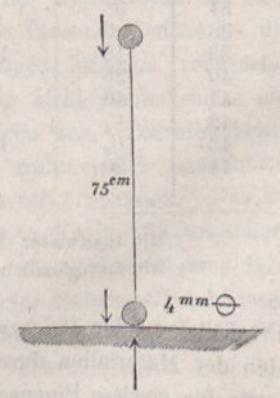
Für die Praxis sind diese letzten Betrachtungen von geringerem Werth; sie lassen nur erkennen, dafs die verwerflichen Materialien Nr. 38, 42, 43 vielleicht durch Vorhandensein von kohlensaurem Kalk in dieser Richtung ganz andere Resultate gezeigt hätten, und möglicher Weise dadurch die Eigenschaft, bei nassem Wetter einen ungenügenden Ruhewinkel anzunehmen, gar nicht besessen hätten, mithin vielleicht, abgesehen von ihrem geringen Sandgehalte, brauchbare Deichmaterialien gewesen sein würden.

Nachdem ich somit eine unangenehme Eigenschaft gewisser Thonarten erörtert und in dieser Richtung annähernde Grenzen für gute Materialien festgelegt habe, gehe ich zu einer der wichtigsten Erörterungen über, zu dem Widerstande gegen bewegtes Wasser oder gegen Wellenstofs.

Das verschiedene Verhalten der Proben in dieser Richtung ist, wie ein Blick auf den Verlauf der Linie g lehrt, ein äufserst grofses. Die Tropfenzahl, bei welcher der erste Angriff erfolgte, schwankt zwischen 10 und 570. Besondere Eminenzien in dieser Richtung bilden die schon erwähnten diluvialen Thonarten Nr. 18—21 von Rosenfeld. In dieser Beziehung haben die erwähnten Thonarten entschieden den Vorzug vor allen anderen, sind deshalb gegen Wellenschlag die widerstandsfähigsten. Aufser der Probe Nr. 5, welche einer Mergelart des Entwässerungs-Canals bei Esens in Ostfriesland entnommen, und nicht zu speciellen Deichzwecken verwendet wurde, glänzt noch besonders die Probe Nr. 30, eine gewöhnliche Lehmart der Strander-Bucht. Es ist das der beste in Holstein verwendete Lehm und, wie ein Blick lehrt, auch in seinen übrigen Verhältnissen ein vorzügliches Deichmaterial. Nächst diesem folgt an Güte der Klaiboden der Elbniederung bei Harburg, aus welchem die Deiche der Insel Wilhelmsburg bestehen. Hierauf folgt Probe Nr. 1, ein Klaiboden der Husum'er Deiche, und diesem gleich an Güte stehen die Proben des Seifenthons von Presen auf Fehmarn, welche aber wegen anderer bekannter schlechter Eigenschaft nicht verwendet werden dürfen. Probe Nr. 6 zeigte den ersten Angriff bei 80 Tropfen, und da das Material sich noch sehr gut gegen Wellenschlag bewährt hat, so liegt die untere Grenze der Brauchbarkeit jedenfalls noch unter 80 Tropfen.

Um ein ungefähres Maafs dieser unteren Grenze zu finden, will ich die Bestimmung derselben für die Ostholsteinischen Deiche hier mittheilen. Selbstredend ist eine solche untere Grenze nicht überall maafsgebend. Dort, wo die Deiche geringerem Wellenschlage als in Ostholstein Trotz zu bieten haben, wird man mit dieser Grenze weiter zurückgehen können, während man bei exponirteren Deichen die Anforderungen höher stellen mufs. Die zu diesem Zwecke durchzuführende Rechnung giebt fernerweit auch nur annähernde Resultate, weil es schwierig ist, die Wirkung des Wellenstofses mit einem Tropfenfall in genaue mathematische Relation zu bringen. Immerhin ist eine ungefähre Vergleichung möglich und gewährt dieselbe wichtige Anhaltspunkte, weshalb ich sie hier folgen lasse.

Es ist bereits oben erörtert worden, wie bei der Lage der Deiche in Ostholstein sich die höchsten zu erwartenden Wellen gestalten werden, und ist dieser Maximalhöhe entsprechend der Tropfenfall zu 75^{cm} angenommen. Um die Relation zwischen Tropfenfall und Welle herzustellen, ist eine Annahme darüber nöthig, auf welche Flächengröfse der gefallene Tropfen wirkt. Mathematisch genommen wird bei der geringen Elasticität des Tropfens eine Compression desselben nicht eintreten; dagegen mufs eine kleine Compression der Lehmprobe angenommen werden, und wird man nicht sehr fehlen, diese im Momente der Wirkung des Stofses etwa zu $^1/_4$ □^{mm} = $^1/_{16}$ des Tropfendurchmessers anzunehmen.



Die Pressung, welche ein solcher Tropfen mit 75^{cm} Fallhöhe bewirkt, ist durch den in Figur 5 auf Blatt P dargestellten Apparat ermittelt. Mittelst eines Quetschhahns an beweglichem Gestell liefs sich der Tropfen in 4^{mm} Durchm. darstellen, und indem man ihn auf die Silberschale einer chemischen Waage fallen liefs, gab der Ausschlag des Zeigers unter sechs Versuchen stets genau 1^{cm} an, und entsprach hernach diesem Ausschlage ein Gewicht von $0{,}_{06}$ Gramm. Der Tropfen drückt also mit $0{,}_{06}$ Gramm pro $^1/_4$ □^{mm} oder mit $0{,}_{24}$ Gramm pro □^{mm}. Da nun eine überstürzende Welle geschlossen auf die ganze Fläche wirkt, also rücksichtlich des Tropfenraumes auf $r^2\pi$

$= 12{,}5$ □^{mm}, so würde ein Tropfen etwa der Wirkung von 50 Wellen entsprechen. Da man aber annehmen mufs, dafs die Dicke der Wasserschicht des Wellenkammes wenigstens das 10- bis 25fache des Tropfendurchmessers beträgt, so würde die Wirkung von 2 bis 5 der stärksten Wellen einem Tropfen entsprechen. Denkt man sich nun, dafs in jeder Minute etwa 10 solcher Wellen erfolgen, so entsprechen diese 5 bis 2 Tropfen, oder da bei einer Fluth die Zeitdauer der Inangriffnahme einer bestimmten Fläche bei dem raschen Wechsel des Wasserstandes und mit Rücksicht auf eine 6fache Anlage der Böschung höchstens zu 10 Minuten wird angenommen werden dürfen, so entsprechen diesem 50 bis 20 Tropfen, d. h. wenn beim 20sten bis 50sten Tropfen der erste Angriff erfolgte, so wird bei diesem Materiale die ungedeckte Deichfläche während einer Hochfluth die ersten Spuren des Angriffs zeigen. Da man aber eine solche Widerstandsfähigkeit nicht im Entferntesten zu beanspruchen braucht, weil das Vorkommen von selbst gröfseren Schälstellen in solchem Falle nicht schadet, so wird man ein Material, welches erst beim 20sten Tropfen den ersten Angriff erlitt, für die beregten Zwecke schon als widerstandsfähig erklären müssen. Proben unter 20 Tropfen würde ich aber als unsicher bezeichnen, umsomehr, als obige Rechnungen nur angenäherte und um geringe Maafse dehnbar sind. Dagegen würde ich Proben, die beim 30sten Tropfen den ersten Eindruck erleiden, unbedenklich für jene Zwecke verwenden. Bei exponirten Deichlagen dagegen würde man wohl die doppelte Widerstandsfähigkeit als nöthig erachten, also 40 bis 100 Tropfen fordern müssen. Alle sieben ersten zur Vergleichung herangezogenen Nummern von Deichproben an der Nordsee zeigen denn auch in dieser Richtung genügende Festigkeit, und selbst die als ziemlich schlecht befundenen Proben Nr. 3 und 4 sind in dieser Richtung als hinreichend zu bezeichnen, da sie erst beim 60sten und 65sten Tropfen den ersten Eindruck empfingen. Die Proben 13, 14 und 15 sind dagegen entschieden als nicht brauchbar zu betrachten. Die Nummern 14 und 15 sind daher auch als Aussatzboden behandelt, Nr. 13 nur in den unteren hinteren Deichtheilen und im geringeren Umfange verwendet und zwar an Orten, wo die Aufsenböschung des Deichs mit Steinrevetement versehen ist. Dem stärksten Angriff im östlichen Holstein sind die Proben Nr. 16 bis 21 ausgesetzt, von denen selbst die minder guten 16 und 17 den gemachten Anforderungen nach dem Obigen vollkommen entsprechen, während die übrigen in dieser Richtung als ausgezeichnete Materialien gelten können. Von den Fehmarn'schen Proben sind die Nummern 32 und 37 als kaum hinreichend zu erachten. Nr. 32 ist noch verwendbar in nicht stark exponirter Lage und gegen ruhiges Wasser, Nr. 37 dagegen würde ich unter allen Umständen verwerfen. Soviel mir bekannt, ist letztere Probe auch nur in geringem Umfange verwendet.

Demnächst ist die Kenntnifs des Verhaltens der Materialien gegen ruhiges Wasser von Wichtigkeit. Die in dieser Richtung gemachten Versuche sind allerdings keine directen, insofern nicht die Zeit der eigentlichen Auflösung aus bereits angegebenen Gründen beobachtet wurde, sondern die Zeiten des Zerfalls der compacten Masse als Beginn der Deformation des Aggregatzustandes und somit auch der Lösung selbst. Zunächst erhellt aus einem Vergleich dieser Versuche mit denen gegen Wellenstofs, dafs im Allgemeinen beide Widerstandsfähigkeiten einander entsprechen und mit einzelnen Ausnahmen nur in der relativen Gröfse abweichen. Aus diesem Grunde werden namentlich für Deiche, die ruhigen Wasserdruck auf längere Zeit zu ertragen haben, obige Versuche von Wichtigkeit.

Aus der Art der Versuche folgt denn auch die Schwierigkeit, hier besondere untere Grenzen der Verwendungsfähigkeit festzustellen. Die Proben 3 und 4 sind in dieser Richtung als nicht besonders brauchbar erkannt, Probe 3 auch nur zur Deichverstärkung benutzt, also in einem Deichtheile, der nie auf längere Zeit der Einwirkung ruhenden Wassers ausgesetzt ist; ebenso sind Nr. 14 und 15, 33, 34 und 37 als schlechte Materialien angesehen und gar nicht oder nur in geringen Quantitäten verwendet, und so möchte ich als durchaus unterste Grenze die Linie 10 annehmen und bei solchen Deichen, die längere Zeit ruhigem Wasser exponirt sind, die Anforderungen wenigstens verdoppeln, also bis 20 oder selbst 30 gehen. Hierbei ist aber wohl zu beachten, dafs man während der Beobachtungszeit auch darauf Rücksicht zu nehmen hat, ob die Deformation sich lediglich auf den Zerfall in kleine Theile, oder auch auf eine theilweise Lösung der Bindestoffe selbst bezieht, da in letzterem Falle dem Materiale absolut die nöthige Widerstandsfähigkeit mangelt. Dieser Umstand ist bei den Proben Nr. 35, 37, 38, 42, 43, 44 beobachtet.

Auffallend ist noch besonders die grofse Differenz bei den Proben 18 bis 21 hinsichtlich ihrer Festigkeiten gegen Wellenstofs und gegen ruhiges Wasser im Vergleich mit den relativen Beziehungen der anderen Proben. Ich glaube, diese Erscheinung findet nur durch die Annahme ihre Erklärung, dafs neben der Zähigkeit des Bindemittels der Gehalt an kohlensaurem Kalk die Widerstandsfähigkeit gegen Wellenstofs etwas vergröfsert, dagegen diejenige gegen Auflösung vermindert, denn den stark mergelhaltigen Proben 3, 4, 9, 13, 15, 23, 35, 37, 41 ensprechen verhältnifsmäfsig geringe Festigkeiten gegen Auflösung.

Betrachtet man weiter die Ergebnisse der sechsten Versuchsreihe e, so findet auch hier im Grofsen und Ganzen eine gewisse Parallele zwischen der rückwirkenden Festigkeit der Materialien und ihrem Widerstande gegen Wasser statt und dies rührt offenbar zum grofsen Theile davon her, dafs in beiden Richtungen der Grad der Zähigkeit des Bindemittels eine Hauptrolle spielt. Nach dem Werthe der Materialien hinsichtlich ihres Widerstandes gegen Wasser (f und g) kann auch für die relative Festigkeit im Allgemeinen wohl die Forderung berechtigt erscheinen, dafs sie nicht unter 20 Kg. pro □^{zm} herabsinke, denn nur die Proben 2, 3, 15, 37, welche entschieden als schlecht zu bezeichnen waren, und die Nummer 24, welche an der Grenze der Brauchbarkeit liegt, haben eine Festigkeit geringer als 20 Kg., während die aller anderen 20 Kg. übersteigt. Weil aber hierbei offenbar auch der Sandgehalt eine wesentliche Rolle spielen mufs, so wird an die Materialien mit geringem Sandgehalt, z. B. Nr. 35, auch ein höherer Anspruch an Festigkeit zu stellen sein. Da dies aber nur sehr gering ist, so mufs die Probe offenbar im Werthe sinken, und in der That gehörte sie auch schon hinsichtlich ihres Verhaltens gegen Wasser zu den nicht brauchbaren Sorten. Als besonders zäher Lehm mufs die Probe Nr. 8 hingestellt werden, weil dort das Bruchgewicht ein grofses ist, obwohl

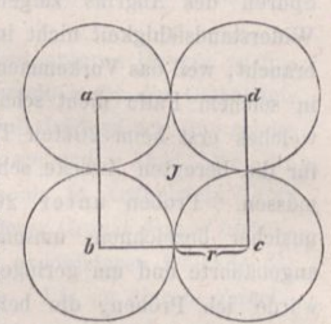
die Probe viel Sand enthält. Auch sind in dieser Richtung noch Probe 9 und 16 sowie 26 als gute zu erwähnen, welche je eine der Hauptverwendungssorten in der Klostersee-, Wesseck-Gruber- und Water-Neverstorf-Neudorfer Niederung präsentiren.

In Bezug auf den Gehalt an kohlensaurem Kalk (Versuchsreihe c) haben wir bereits gesehen, wie derselbe zu influiren scheint in günstiger Richtung auf den Widerstand gegen Wellenstofs, in ungünstiger auf den Widerstand gegen Auflösung. Indessen geht aus der Discussion bereits hervor, dafs ein ziemlicher Gehalt an kohlensaurem Kalk im Ganzen nicht schadet, wenn er nicht zu grofs ist, dafs man aber bei Deichen, die ruhigem Wasser nur kurze Zeit ausgesetzt sind und mehr gegen Wellenschlag wirken sollen, einen gröfseren Procentsatz zulassen darf als bei solchen, welche lang andauernden Wasserdruck erleiden. Bei ersteren halte ich den Grad 3 noch für gut, würde aber Grad 4 auch hier verwerfen, im letzteren Falle dagegen würde ich auch den Grad 3 verwerfen und Grad 2 zulassen, wenn die übrigen Eigenschaften sich als gut gezeigt haben.

Hinsichtlich des specifischen Gewichts ist unter den Proben keine vorgekommen, welche nicht absolut genügen sollte, weil die meisten Thonarten das specifische Gewicht = 2 erreichen, indessen erscheint es doch merkwürdig, dafs gerade die zum Vergleich herangezogenen Proben von der Nordsee und unter ihnen namentlich die Nummern 1 bis 4 so auffallend von den anderen abweichen. Am Sandgehalt kann das nicht liegen, denn Nr. 2 hat wenig Sand, Nr. 3 und 4 dagegen viel Sand, obwohl ihr specifisches Gewicht das gleiche ist und $1_{,5}$ beträgt. Ich bemerke als fernere Auffälligkeit, dafs gerade diese ersten Proben den feinsten Sand besitzen, obwohl dies eben nur Zufall sein kann. Betrachtet man aber die Proben selbst genauer, so findet man zum Unterschiede von fast allen holstein'schen und fehmarn'schen Proben das Vorhandensein kleiner Glimmerblättchen, vieler humoser Stoffe und Reste von Wurzelfasern, und ist hierin vielleicht der Grund des geringen specifischen Gewichtes zu suchen. Sollte dies der Fall sein, so ist nicht ausgeschlossen, dafs es auch an der Nordsee Klaiarten mit noch gröfserem Gehalte solcher Bestandtheile giebt, die mithin noch leichter ausfallen würden. Während man also bei den Lehm- und Thonproben der Ostsee trotz des so verschiedenen Sandgehalts durchweg die Gewichte 2 bis $2_{,2}$ findet, sind sie bei den Klaisorten immer unter 2, denn Probe Nr. 5 mit dem Gewichte 2 ist kein eigentlicher Klaiboden, sondern ein Thonmergel. Dieser Umstand kann beim Deichbau von Interesse werden, denn es ist klar, dafs man bei sonst gleich guten Eigenschaften die Stärkedimensionen des Deichs geringer machen kann bei dem Materiale, welches $2_{,2}$ wiegt, als bei einem solchen vom Gewichte = $1_{,5}$. Die Thatsache, dafs sämmtliche Proben der Lehm- und Thonmergelarten fast gleiches Gewicht haben, obwohl der Sandgehalt zwischen 25 und 58 % variirt, ist zwar für die Zwecke des Deichbaues von unerheblicher Wichtigkeit, aber wissenschaftlich sehr interessant, weil sie zeigt, dafs das Gewicht der thonigen Bindemittel von dem des Sandes nicht erheblich abweichen kann, sondern nahezu dasselbe sein mufs.

Zu einem der wichtigsten Factoren der Güte des Materials zählt der Sandgehalt der verschiedenen Proben. Im Grofsen und Ganzen zeigt es sich auch hier, dafs die guten Eigenschaften der Materialien mit dem Procentgehalte an Sand abnehmen, und wachsen, je geringer der Sandgehalt ist. Wie ein Blick auf die graphische Darstellung lehrt, ist dieses Verhältnifs aber kein proportionales, ja es scheint sogar, als ob der Sandgehalt innerhalb gewisser Grenzen nur wenig Einflufs auf die Güte des Materials ausübt. Man kann diesen Gegenstand auf theoretischem Wege folgendermaafsen näher beleuchten.

Denkt man sich eine absolut reine Sandmasse ohne jedes Bindemittel, so kann man sich dieselbe als aus lauter kleinen Kügelchen bestehend vorstellen. Es ist diese Vorstellung zwar nicht absolut übereinstimmend mit der Wirklichkeit, sie nähert sich ihr aber doch so stark, dafs man keinen grofsen Fehler bei einer solchen Annahme macht. Eine derartige Sandmasse wird sich so lagern, dafs je 8 Kugeln, die sich gegenseitig in 12 Punkten berühren, zwischen sich einen hohlen Raum lassen, dessen Inhalt J mathematisch bestimmbar ist und durch den Kugelhalbmesser r ausgedrückt werden kann. Ein Würfel *abcd* von $2r$ Seite hat offenbar einen Inhalt von $8r^3$. Um hieraus den Inhalt J zu finden, ist nur nöthig, 8 Achtel Kugeltheile = 1 Kugel des Radius r, $= \frac{4}{3} r^3 \pi$, vom Inhalte jenes Cubus abzuziehen, also: $J = (8 - 4_{,19}) r^3 = 3_{,81} r^3$, d. h. jener cubische Raum enthält $4_{,19} r^3$ an Sandmasse und $3_{,81} r^3$ an hohlem Raum.



Denkt man sich diese hohlen Räume mit thonigem Bindemittel erfüllt, so erhält man ein Deichmaterial, welches auf die Cubikeinheit $52_{,4}$ % Sand, und $47_{,6}$ % Bindemittel enthält. Wenn also in einer Masse ein noch gröfserer Procentsatz an Sand vorkommt, so ist das nur dadurch möglich, dafs die Hohlräume entweder nicht ganz erfüllt sind, oder die Sandkörner verschiedene Gröfsen und verschiedene Formen besitzen, die sich noch dichter lagern können als mathemathische Kugeln. In solchen Fällen müssen sich die Sandkörner nicht mehr in Punkten, sondern in Flächen berühren, und ist es klar, dafs alsdann der Grad der Cohäsion bedeutend abnimmt. Aber selbst in dem Falle eines Gehalts von $52_{,4}$ % Sand ist die Cohäsion offenbar noch keine vollkommene und kann man somit dies Maafs des Sandgehalts als das äufserste zulässige Maximum ansehen. Die Versuche zeigen bei Nr. 3 und Nr. 15, welche die einzigen Proben mit mehr als 50 % Sand ausmachen, auch nur sehr geringe Festigkeitsgrade.

Denkt man sich weiter die Sandkugeln so gruppirt, dafs sie, wie nebenstehende Figur zeigt, einen geringen Zwischenraum = $0_{,1}\, r$ lassen, so findet erst bei solcher Anordnung die Möglichkeit eines gröfseren Grades von Festigkeit statt, weil alsdann die Thontheilchen eine in sich verbundene Masse bilden können. In diesem Falle beträgt der Inhalt des Cubus = $9_{,26}\, r^3$, also $J_1 = 5_{,07}\, r^3$, und dieser Mi-

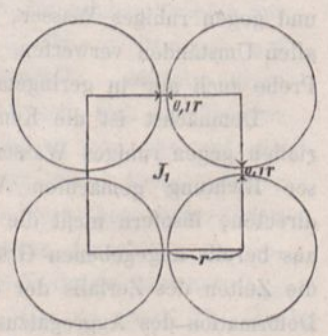


Fig. 1. Situation des östlichen Holsteins und der Insel Fehmarn.

Fig. 5.

Fig. 2. [1/5 w. Gr.]

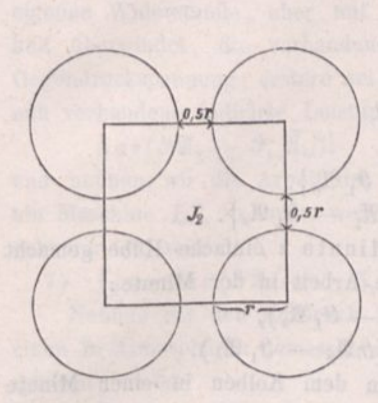
Fig. 4.

Fig. 3.

Graphische Darstellung der Versuche.

Verlag v. Ernst & Korn in Berlin. Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

schung entspricht ein Sandgehalt von $45,_{2}$ %. Erst ein Material dieses Sandgehaltes kann einen genügenden Festigkeitsgrad besitzen. Bedenkt man aber, dafs die Sandtheilchen sich nicht so regelmäfsig lagern, wie die Figur angiebt, so werden selbst bei diesem Gehalte noch stets eine grofse Anzahl Körner sich berühren und wird man vielleicht bis zu einem Zwischenraume von $0,_{5}r$ gehen müssen, um sicher zu sein, dafs die Zahl der sich berührenden Sandkörner geringer wird, als die Zahl der sich nicht berührenden. Alsdann ist der Inhalt des Cubus $= 16,_{63}$, J_2 mithin $= 11,_{44}$, und entspricht diesem Verhältnisse ein Procentsatz von $25,_{2}$ % Sand. Das beste Mischungsverhältnifs liegt jedenfalls noch weiter zurück, weil man dabei fordern mufs, dafs gar keine, oder doch nur vereinzelte Körner sich berühren, welches wohl erst bei einer Entfernung $= r$ stattfinden dürfte, dem eine Masse von $15,_{5}$ % Sand entspricht. Geht der Sandgehalt noch weiter zurück, so nimmt die Festigkeit nicht mehr oder doch nur wenig zu, wie Probe Nr. 30, welche jenen Procentsatz besitzt, zeigt, und zwar den Proben 6, 20, 36, 43 gegenüber. Während also Sandgehalte von etwa 30 bis 45 % noch genügend feste Materialien liefern, so liegen die guten zwischen 16 und 25 % und von diesen sind diejenigen mit etwa 15 — 18 % die besten, indem solche mit weniger als 15 % hinsichtlich des Grades der Cohäsion zwar dieselbe Güte besitzen, aber hinsichtlich einer anderen Eigenschaft wieder ungünstiger werden.



Dies führt mich endlich zur Discussion der vorhin überschlagenen Versuche über das Schwindmaafs. Auch die absolute Gröfse des linearen Schwindmaafses ist ein Gegenstand, dem man besondere Aufmerksamkeit schenken mufs. Im Allgemeinen ist dasselbe abhängig vom Procentgehalt an Sand, jedoch ist es keinesweges diesem immer proportional, wie die Proben Nr. 11, 16, 29 deutlich zeigen. Man darf also aus dem Sandgehalte nicht direct auf das Schwindmaafs schliefsen, mufs dasselbe vielmehr unmittelbar messen. Gröfsere Schwindmaafse haben bei den Materialien offenbar den Uebelstand, dafs die damit ausgeführten Deiche im Laufe der Zeit Risse in allen Richtungen erhalten, und durchlässig werden, wenn man nicht ganz besondere bauliche Mittel dagegen anwendet. Erfahrungen bei den Bauausführungen haben mich gelehrt, dafs die gewöhnlichen Mittel des Stampfens, d. h. Karrenschieber beim Handkarrenbau und Pferde beim Kippkarrenbetrieb, bei Materialien noch ausreichten, welche bis zu etwa 4 % lineares Schwindmaafs zeigten. Bei den Materialien von 4 — 7 % Schwindmaafs sind schon besondere Vorrichtungen erforderlich, z. B. Stampfen mit Pferden. Will man ferner solche Materialien, die über 6 — 7 % Schwindmaafs besitzen, noch verwenden, so darf man aufser einer gehörigen Pferdezahl zum Stampfen auch nur langsam bauen. Ein grofser Theil des Rosenfelder Deiches in der Wesseck-Gruber-Niederung in Ostholstein ist aus den Materialien 18 — 21 hergestellt, welche Thonmergel repräsentiren, und zum Theil 6 % Schwindmaafs und mehr besitzen. Der Deich ist auf Interimsbahnen mit Locomotivbetrieb hergestellt. Neben der durch die Züge bewirkten Compression war aus benannten Gründen noch eine gröfsere Anzahl von Pferden thätig, und bedingte die grofse Transportweite von nahezu 5000^{m} im Mittel sowie die Transportart und auch die Witterung ein verhältnifsmäfsig langsames Bauen. Die Kosten des Stampfens haben in diesem Falle pro kb^{m} geförderten Bodens etwa $0,_{11}$ Mark betragen, ein Aufwand, welcher unter Umständen dazu führen kann, in Verbindung mit der Möglichkeit einer Abkürzung der Bauzeit von der Verwendung solchen Materials abzustehen und in der Nähe vorhandene Erdarten von minder guten Eigenschaften zu benutzen. Man sieht also, von welcher Tragweite diese einzige Eigenschaft eines sonst vorzüglichen Materials unter Umständen werden kann, und von welchem Belange es ist, schon bei der speciellen Projectlegung, also vor der Ausführung, von diesen Eigenschaften genaue Kenntnifs zu nehmen.

Wenn man endlich nach den vorstehend geschilderten Resultaten einen letzten Blick auf die graphischen Auftragungen wirft, so macht sich besonders die Probe Nr. 30, ein Lehm von der Strander Bucht, als ein Material von vorzüglicher Güte sowohl gegen Wellenstofs als gegen ruhigen Wasserdruck, mit dem besten Procentgehalte an Sand, ohne Gehalt an kohlensaurem Kalk, von grofser rückwirkender Festigkeit und hohem specifischem Gewichte, bemerkbar. Auch der Grad der Feinheit des Sandes ist noch kein ungünstiger und nur das lineare Schwindmaafs geht über die gewöhnlichen Grenzen etwas hinaus und bedingt die Verwendung von etwas mehr Sorgfalt auf die Dichtung, als unter gewöhnlichen Verhältnissen erforderlich wäre.

Schliefslich bemerke ich, dafs ich mit der Veröffentlichung vorstehender Versuche einen kleinen Beitrag zu der Klärung der bisher noch wenig erörterten Frage über die Güte und Widerstandsfähigkeit von Deichmaterialien geliefert zu haben glaube, und halte ich meinen Zweck dabei für vollkommen erreicht, wenn die Erörterungen den Herren Collegen ein Interesse in solchem Grade abzugewinnen vermögen, dafs sie, soweit dies nicht bisher schon geschehen, Anlafs nehmen, der Ausführung wichtiger Deichanlagen derartige Untersuchungen vorausgehen zu lassen.

Esens, im Februar 1877. B. Schelten.

Ueber die Bestimmung der Nutzleistung der Dampfmaschinen mit Bezugnahme auf die Wahl des Systems der Maschinen.

§. 1.

Bestimmung der indicirten Leistung.

In einem Aufsatze mit der Bezeichnung „Ueber das Verhalten des Wasserdampfes bei seiner Wirkung in den Dampfmaschinen", welcher in der Zeitschrift für Bauwesen 1874 S. 7 bis 28 und S. 167 bis 188 veröffentlicht worden ist, habe ich die Wirkung des Wasserdampfes auf den Dampfmaschinenkolben entwickelt, und die

sogenannte „indicirte Arbeit“ d. h. diejenige Arbeit, welche der Dampf unmittelbar auf den Kolben überträgt, berechnet. Diese indicirte Arbeit wurde für Dampfmaschinen mit Expansion in einem Cylinder mit gewöhnlichen Steuerungsverhältnissen dort gefunden:

$$L_i = \alpha \mathfrak{D}_0 \mathfrak{A}_1 \left\{ \varepsilon - 0{,}001 + \varkappa(\varepsilon + \zeta) - \frac{\mathfrak{A}_s}{\mathfrak{A}_1} \left[1{,}013 + \frac{0{,}001}{\zeta + 0{,}002} \right] \right\} {}^{*)}$$

Hierin bezeichnete:

α die Pressung einer Atmosphäre für die Flächen-Einheit, $\alpha = 10333$ Kilogramm pro □Meter,

$\mathfrak{D}_0$ das ganze vom Kolben wirklich durchlaufene Volum,

$$\zeta = \frac{\text{Schädlicher Raum}}{\text{Kolben-Volum } (\mathfrak{D}_0)},$$

ε der Füllungswerth

$$= \frac{\text{Vom Kolben vor d. Absperrung durchlaufenes Volum}}{\text{Kolben-Volum } (\mathfrak{D}_0)},$$

$$\frac{\mathfrak{D}_1}{\mathfrak{D}} = \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}} = \frac{\text{Volum, welches mit Dampf gefüllt wird}}{\text{Schlufs-Volum nach der Expansion}}$$

$$= \frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}.$$

$\varkappa$ = Expansions-Coefficient,

nach dem Mariotteschen Gesetz $\varkappa = ln \dfrac{1 + \zeta}{\varepsilon + \zeta}$,

nach Grashof $\varkappa = 7{,}4075 \cdot \left\{ 1 - \left(\dfrac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta} \right)^{0{,}135} \right\}$,

nach meinen Ermittelungen

$$\varkappa = 15{,}552 \cdot \left\{ 1 - \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta} \right)^{0{,}0643} \right\}.$$

Nach den am angeführten Orte auf Seite 171 gegebenen Zusammenstellungen liegen die Resultate von $\varkappa$ nach meinen Ermittelungen für Werthe von $\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}$ unter $0{,}75$ fast genau in der Mitte zwischen den Resultaten des Grashofschen und des Mariotteschen Gesetzes, und für gröfsere Werthe von $\frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}}$ als $0{,}80$ stimmen meine Werthe mit den Grashofschen bis zur dritten Decimalstelle überein, und unterscheiden sich von den Mariotteschen Werthen überhaupt nur noch in der dritten Decimalstelle.

Wir setzen nunmehr:

$$1) \quad \begin{cases} \varepsilon - 0{,}001 + \varkappa(\varepsilon + \zeta) = \vartheta \\ 1{,}013 + \dfrac{0{,}001}{\zeta + 0{,}002} = \vartheta_1. \end{cases}$$

Dann ist durch Einsetzung dieser Bezeichnungen in dem Ausdrucke für L_i:

$$2) \quad \begin{cases} L_i = \alpha \mathfrak{D}_0 \mathfrak{A}_1 \left\{ \vartheta - \dfrac{\mathfrak{A}_s}{\mathfrak{A}_1} \cdot \vartheta_1 \right\}, \\ L_i = \alpha \mathfrak{D}_0 \left\{ \vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s \right\}, \end{cases}$$

worin $\mathfrak{A}_1$ die Spannung des Dampfes in Atmosphären bezeichnet, mit welcher dieselbe während der Volldruckperiode d. h. vor der Absperrung auf den Kolben wirkt, und

$\mathfrak{A}_s$ die mittelere Gegenspannung auf der Hinterseite des Kolbens, ebenfalls in Atmosphären.

Bezeichnet bei eincylindrigen Maschinen:

$\mathfrak{a}$ den Querschnitt des Kolbens,

d den Durchmesser - -

l den Hub - -

so ist:

$$\mathfrak{a} = {}^1/_4 \pi d^2$$

$$\mathfrak{D}_0 = \mathfrak{a} l = {}^1/_4 \pi d^2 l,$$

und man hat:

$$3) \quad \begin{cases} L_i = \alpha \mathfrak{a} l \left\{ \vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s \right\}, \\ L_i = \alpha \, {}^1/_4 \pi d^2 l \left\{ \vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s \right\}. \end{cases}$$

Wenn nun in der Minute z einfache Hübe gemacht werden, so ist die indicirte Arbeit in der Minute:

$$4) \quad \begin{cases} L_{i(z)} = \alpha \mathfrak{a} l z (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s), \\ L_{i(z)} = \alpha \, {}^1/_4 \pi d^2 l z (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s). \end{cases}$$

Es ist aber $l \cdot z$ der von dem Kolben in einer Minute durchlaufene Weg; bezeichnet nun:

v die durchschnittliche (mittlere) Kolbengeschwindigkeit in der Secunde, so ist:

$$l \cdot z = 60 v,$$

und wenn noch σ die Intensität eines Pferdes in der Secunde, also 60σ die Zeitleistung eines Pferdes in der Minute bedeutet, so ist die indicirte Leistung in Pferden:

$$N_i = \frac{\alpha \mathfrak{a} \, 60 \cdot v}{60 \sigma} (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s)$$

$$5) \quad \begin{cases} N_i = \dfrac{\alpha \mathfrak{a} v}{\sigma} (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s) \\ N_i = \dfrac{\alpha \, {}^1/_4 \pi d^2 v}{\sigma} (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s). \end{cases}$$

Wenn man alle Dimensionen in Metern und die Drucke in Kilogramm nimmt, so ist:

$$\alpha = 10333, \quad \sigma = 75,$$

also:

$$6) \quad \begin{cases} N_i = 137{,}77 \, \mathfrak{a} v \left\{ \vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s \right\} \\ N_i = 108{,}20 \, d^2 v \left\{ \vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s \right\}. \end{cases}$$

§. 2.

Allgemeiner Ausdruck für die Nutzleistung der Maschine.

Von der indicirten Leistung, d. h. von derjenigen Arbeit, welche der Dampf auf den Kolben überträgt, ist zu unterscheiden die Nutzleistung der Maschine, d. i. diejenige Arbeit, welche die Maschine zum Betriebe irgend welcher Arbeitsmaschinen durch die Kurbelwelle oder auf andere Weise weiter überträgt. Die Nutzleistung unterscheidet sich von der indicirten Leistung um den Betrag derjenigen Arbeiten, welche die Maschine zur Ueberwindung ihrer eigenen Widerstände verbraucht. Diese Widerstände bestehen im Wesentlichen aus den Reibungswiderständen und aus den Widerständen der verschiedenen Pumpen, (Luftpumpe, Kaltwasserpumpe u. s. w.).

Man pflegt zu unterscheiden die Widerstände der belasteten Maschine und diejenigen der unbelasteten Maschine.

Denken wir uns die Maschine einmal in ihrer vollen Wirksamkeit, indem sie die beabsichtigte Nutzleistung an die Transmission abgiebt, und dann wieder, indem sie mit derselben Geschwindigkeit arbeitet, von allen nutzbaren Widerständen befreit, so wird in letzterem Falle, wenn der Beharrungszustand eingetreten ist, die indicirte Arbeit kleiner sein müssen, als im ersten Falle; die ganze indi-

*) In dem genannten Aufsatze sind einige Druckfehler zu berichtigen; so steht dort in dieser mit Nr. 43 bezeichneten Gleichung im Nenner des letzten Gliedes 0,022 anstatt 0,002, welcher Fehler auch in einigen vorhergehenden Gleichungen am Ende d. S. 181 zu verbessern ist, und in Gl. i am angeführten Orte mufs es heifsen $\frac{0{,}001046}{\zeta + 0{,}002}$ anstatt $\frac{0{,}000046}{\zeta + 0{,}022}$. — S. 17 Gl. 22 mufs es heifsen $\mathfrak{A}_1 \left(\frac{a + t_1}{\mathfrak{A}_1 C} \right)^{\frac{m+1}{m}}$ anstatt $\left(\frac{\mathfrak{A} + t_1}{C} \right)^{\frac{m+1}{m}}$; S. 26 Zeile 28 von unten mufs es heifsen $\mathfrak{A} \mathfrak{B}^n$ anstatt $\mathfrak{A} \mathfrak{B}$. —

cirte Arbeit wird im letzteren Falle vollkommen verbraucht, um die eigenen Widerstände der Maschine d. h. um die Reibungen, die Pumpen etc. zu überwinden.

Beobachten wir in dem Falle, wo die Maschine, wie angegeben worden, ohne Nutzlast arbeitet, und nur ihre eigenen Widerstände, aber mit der früheren Geschwindigkeit überwindet, die vorhandene Anfangsspannung und die Gegendrucksspannung; erstere sei $\mathfrak{A}_r$, letztere $\mathfrak{A}_{s1}$, so ist die nun vorhandene indicirte Leistung;

$$\alpha \mathfrak{a} v (\vartheta \mathfrak{A}_r - \vartheta_1 \mathfrak{A}_{s1});$$

und nennen wir die Arbeit der Widerstände der unbelasteten Maschine L_r, so mufs, wenn der Beharrungszustand eingetreten ist, sein:

$$7) \quad L_r = \alpha \mathfrak{a} v (\vartheta \mathfrak{A}_r - \vartheta_1 \mathfrak{A}_{s1}).$$

Nennen wir den Ausdruck in der Klammer, der immer einen in Atmosphären gemessenen Werth darstellt, $\mathfrak{R}_0$ Atmosphären, so ist:

$$8) \quad L_r = \alpha \mathfrak{a} v \mathfrak{R}_0.$$

Der Werth $\mathfrak{R}_0$ läfst sich also durch Gleichung 7 bei einer ausgeführten und gangbaren Maschine immer durch directen Versuch bestimmen; bei einer zu construirenden Maschine mufs man den Werth $\mathfrak{R}_0$ entweder aus den einzelnen Widerständen berechnen, oder man mufs ihn auf Grund von Erfahrungen schätzungsweise bestimmen.

Wenn man nun die unbelastete Maschine unter Zunahme der Anfangsspannung von $\mathfrak{A}_r$ bis $\mathfrak{A}_1$ wieder mit Nutzlast arbeiten läfst, so wachsen die Reibungswiderstände in dem Maafse, in welchem die Nutzlast zunimmt. Die Reibungs-Arbeit der belasteten Maschine ist erfahrungsmäfsig proportional der Nutzleistung, und bezeichnet man letztere mit L_n, so ist die Reibungs-Arbeit der belasteten Maschine φL_n, unter φ den Reibungs-Coefficient verstanden.

Zieht man nun von der indicirten Arbeit die Widerstands-Arbeit der unbelasteten Maschine L_r und die Reibungs-Arbeit der belasteten Maschine ab, so bleibt die Nutzleistung übrig. Letztere ist also:

$$L_n = L_i - L_r - \varphi L_n = \frac{L_i - L_r}{1 + \varphi}.$$

$$9) \quad L_n = \frac{\alpha \mathfrak{a} v}{1 + \varphi} (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s - \mathfrak{R}_0).$$

Nimmt man dieselbe Umformung vor, wie am Schlusse des vorigen Paragraphen, so entsteht für die Zeitleistung der Widerstands-Arbeit der unbelasteten Maschine in Pferden:

$$N_r = 137{,}_{77}\, \mathfrak{a} v (\vartheta \mathfrak{A}_r - \vartheta_1 \mathfrak{A}_{s1}) = 108{,}_{20}\, v d^2 (\vartheta \mathfrak{A}_r - \vartheta_1 \mathfrak{A}_{s1}),$$

und für die Nutzleistung in Pferden:

$$10) \quad \begin{cases} N_n = 137{,}_{77} \dfrac{\mathfrak{a} v}{1 + \varphi} (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s - \mathfrak{R}_0) \\ N_n = 108{,}_{20} \dfrac{v d^2}{1 + \varphi} (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s - \mathfrak{R}_0). \end{cases}$$

§. 3.
Schätzungsweise Bestimmung der Widerstands-Arbeit der unbelasteten Maschine.

Wenn man den Werth $\mathfrak{R}_0$ weder direct messen, noch denselben aus den Dimensionen und aus der construirten Anordnung der Maschine berechnen kann, so bleibt nichts anderes übrig, als denselben schätzungsweise zu bestimmen.

Indem ich eine Reihe von anerkannt zuverlässigen Beobachtungen der Rechnung unterzogen habe, ergab sich, was auch schon andere Ingenieure gefunden haben, dafs der Werth $\mathfrak{R}_0$ ungefähr im umgekehrten Verhältnifs zum Durchmesser der Maschine sich ändert, dafs man also setzen kann:

$$\mathfrak{R}_0 = \frac{\mathfrak{R}}{d},$$

ferner, was übrigens auch von vorn herein ersichtlich ist, dafs der Werth $\mathfrak{R}$ bei Maschinen ohne Condensation kleiner ist als bei Maschinen mit Condensation, und endlich — was man sonst nicht beachtet hat —, dafs der Werth $\mathfrak{R}$ aus zwei Theilen besteht, von denen der eine sich mit der Anfangsspannung $\mathfrak{A}_1$ ändert, und sowohl für Maschinen mit als ohne Condensation denselben Werth hat, während der zweite Theil für Maschinen mit Condensation gröfser als für Maschinen ohne Condensation ist, für Maschinen derselben Art aber einen ziemlich constanten Werth hat.

Hiernach wird man setzen können:

$$\mathfrak{R} = \vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p,$$

worin ϑ_{11} denjenigen Theil der Widerstände der belasteten Maschine darstellt, welcher von der Dampfspannung $\mathfrak{A}_1$ abhängig ist, und

p denjenigen Theil, welcher von der Art der Maschine abhängig ist.

Dafs übrigens diese Zusammensetzung des Werthes $\mathfrak{R}$ im Allgemeinen so stattfinden mufs, wie oben dargestellt worden, läfst sich auch von vorn herein erkennen, wenn man erwägt, dafs gewisse Widerstände, wie z. B. die Schieberreibung, die Reibungs-Arbeiten der Kolbendichtung, der Stopfbuchse u. s. w., ganz unzweifelhaft von der Dampfspannung $\mathfrak{A}_1$ abhängig sind, und dafs es hierbei ganz gleichgültig ist, ob die Maschine mit Condensation arbeitet oder nicht, und dafs es wieder andere Theile der Maschine, z. B. die Zapfenlager, die Gelenke, und namentlich bei Condensations-Maschinen die ganze Maschinerie der Condensation Widerstände darstellen, welche mit dem Werth der Anfangs-Spannung in keinem directen Zusammenhange stehen.

Setzt man den Werth für $\mathfrak{R}$ in den vorhin gefundenen Ausdruck für $\mathfrak{R}_0$, so ergiebt sich:

$$11) \quad \mathfrak{R}_0 = \frac{\vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p}{d},$$

und daher durch Einsetzung in die Gl. 10:

$$12) \quad \begin{cases} N_n = \dfrac{137{,}_{7}}{1 + \varphi} \mathfrak{a} v \left(\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s - \dfrac{\vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p}{d} \right) \\ = \dfrac{108{,}_{20}}{1 + \varphi} d^2 v \left(\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s - \dfrac{\vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p}{d} \right) \\ N_n = \dfrac{108{,}_{20}}{1 + \varphi} v \left\{ d^2 (\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s) - d (\vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p) \right\}. \end{cases}$$

§. 4.
Bestimmung der Reibungs-Coefficienten der belasteten Maschine.

Der Reibungs-Coefficient φ, d. h. der Werth der Reibungs-Arbeit im Verhältnifs zur Nutzleistung der Maschine ist nach sorgfältigen Beobachtungen erfahrungsmäfsig ein sehr constanter Werth, welcher weder von der Art der Maschine, ob dieselbe nämlich mit oder ohne Condensation arbeitet, noch von der Dampfspannung, noch von der Gröfse der Maschine abhängig ist. Schon de Pambour hat den Werth $\varphi = 1/7$ ermittelt, und spätere Beobachtungen haben darin nichts Wesentliches zu ändern gefunden.

Setzen wir also:

$$\varphi = 1/7,$$

so ist $\dfrac{108,_{20}}{1 + {}^1/_7} = {}^7/_8 \cdot 108,_{20} = 94,_{68}$,

und folglich die Nutzleistung nach Gl. 12:

13) $N_n = 94,_{68}\, v \{d^2(\vartheta\mathfrak{A}_1 - \vartheta_1\,\mathfrak{A}_s) - d(\vartheta_{11}\mathfrak{A}_1 + p)\}$.

§. 5.

Bestimmung des Wirkungs-Coefficienten ϑ.

Den Coefficienten ϑ wollen wir den Wirkungs-Coefficienten nennen.

Nach Gl. 1 war:

$$\vartheta = \varepsilon - 0,_{001} + \varkappa(\varepsilon + \zeta).$$

Lassen wir für $\varkappa$ den von mir aufgestellten Werth gelten, so war nach §. 1:

$$\varkappa = 15,_{552}\left[1 - \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{0,0643}\right],$$

also: $\vartheta = \varepsilon + (\varepsilon + \zeta) \cdot 15,_{552}\left[1 - \left(\dfrac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{0,0643}\right] - 0,_{001}$.

Hiernach läfst sich ϑ jedesmal berechnen, wenn der Füllungs-Coefficient ε und der Coefficient des schädlichen Raumes ζ gegeben ist.

Der Coefficient des schädlichen Raumes ζ richtet sich nach der Art und der Ausführung der Maschine; bei gut construirten Maschinen pflegt nun ζ etwa ${}^1/_{20} = 0,_{05}$ und bei Maschinen der sorgfältigsten Construction doch kaum jemals kleiner als $0,_{015}$ zu sein.

In folgender Tabelle ist für diese beiden Werthe von ζ und für verschiedene Werthe von ε der entsprechende Werth von ϑ berechnet.

Tabelle über die Wirkungs-Coefficienten ϑ, für Füllungs-Coefficienten von $0,_{05}$ bis $1,_{00}$ und für die Coefficienten des schädlichen Raumes $\zeta = 0,_{05}$ und $\zeta = {}_{015}$.

Füllungswerth $\varepsilon =$	Werthe von ϑ für $\zeta = 0{,}05$	Werthe von ϑ für $\zeta = 0{,}015$	Füllungswerth $\varepsilon =$
0,05	0,267	0,211	0,05
0,06	0,290	0,238	0,06
0,07	0,313	0,263	0,07
0,08	0,335	0,287	0,08
0,09	0,355	0,311	0,09
0,10	0,375	0,335	0,10
0,11	0,394	0,356	0,11
0,12	0,413	0,376	0,12
0,13	0,431	0,395	0,13
0,14	0,448	0,414	0,14
0,15	0,465	0,433	0,15
0,16	0,481	0,452	0,16
0,17	0,497	0,469	0,17
0,18	0,513	0,485	0,18
0,19	0,528	0,501	0,19
0,20	0,543	0,513	0,20
0,25	0,609	0,590	0,25
0,30	0,668	0,652	0,30
0,35	0,721	0,710	0,35
0,40	0,768	0,756	0,40
0,45	0,810	0,803	0,45
0,50	0,847	0,842	0,50
0,55	0,879	0,873	0,55
0,60	0,906	0,902	0,60
0,65	0,929	0,927	0,65
0,70	0,947	0,946	0,70
0,75	0,965	0,963	0,75
0,80	0,977	0,976	0,80
0,85	0,987	0,986	0,85
0,90	0,994	0,993	0,90
0,95	0,999	0,998	0,95
1,00	1,000	1,000	1,00

§. 6.

Bestimmung des Gegendruckes ($\vartheta_1 \cdot \mathfrak{A}_s$) gegen den Kolben.

Der Gegendruck gegen die Hinterseite des Kolbens, wie solcher von dem Indicator angezeigt wird, hat den mittleren Werth:

$$\vartheta_1\,\mathfrak{A}_s;$$

nach Gl. 1 war:

$$\vartheta_1 = 1,_{013} + \frac{0,_{001}}{\zeta + 0,_{002}}.$$

Es ist also ϑ_1 abhängig von dem schädlichen Raum;

für $\zeta = 0,_{05}$ ergiebt sich $\vartheta_1 = 1,_{032}$

für $\zeta = 0,_{015}$ ergiebt sich $\vartheta_1 = 1,_{072}$.

$\mathfrak{A}_s$ ist der Gegendruck gegen den Kolben. Dieser Gegendruck ist abhängig zunächst von dem Druck in dem Raume, in welchen der gebrauchte Dampf ausbläst, und sodann von dem Ueberdruck im Cylinder, welcher erforderlich ist, um den Dampf mit der erforderlichen Geschwindigkeit auszutreiben. Letzterer ist nun bedingt durch die Weite der Durchgangscanäle, durch die Geschwindigkeit des Kolbens und durch die Spannung, welche der gebrauchte Dampf noch besitzt. Für gewöhnliche Fälle kann man erfahrungsmäfsig diesen Ueberdruck etwa ${}^1/_{10}$ Atmosphäre rechnen. Wenn nun bei gut construirten Condensations-Maschinen die durchschnittliche Spannung im Condensator ebenfalls zu $0,_1$ Atmosphäre angenommen werden kann, so ist durchschnittlich zu setzen:

für Condensations-Maschinen $\mathfrak{A}_s = 0{,}20$,

für Maschinen ohne Condensation $\mathfrak{A}_s = 1,_{10}$.

Hieraus folgt der mittlere Gegendruck:

	für $\zeta = 0,_{05}$,	für $\zeta = 0,_{015}$
	$\vartheta_1 = 1,_{032}$,	$\vartheta_1 = 1,_{072}$
für Maschinen mit Condensation	$\vartheta_1\,\mathfrak{A}_s = 0,_{206}$,	$\vartheta_1\,\mathfrak{A}_s = 0,_{214}$
dergl. ohne Condensation	$\vartheta_1\,\mathfrak{A}_s = 1,_{135}$,	$\vartheta_1\,\mathfrak{A}_s = 1,_{179}$.

§. 7.

Mittlerer wirksamer Druck und mittlerer Widerstand.

Rechnungsbeispiele.

In dem Ausdruck für die Nutzleistung der Maschine in Gl. 13

$$N_n = 94,_{68} \cdot v \{d^2(\vartheta\mathfrak{A}_1 - \vartheta_1\,\mathfrak{A}_s) - d(\vartheta_{11}\,\mathfrak{A}_1 + p)\}$$

nennen wir den Werth $\vartheta\mathfrak{A}_1 - \vartheta_1\,\mathfrak{A}_s$ den mittleren oder durchschnittlichen wirksamen Druck, welcher in Atmosphärenspannungen ausgedrückt erscheint.

Wir setzen:

14) $(\vartheta\mathfrak{A}_1 - \vartheta_1\,\mathfrak{A}_s) = \mathfrak{A}_m$;

in gleicher Weise nennen wir den Werth $\vartheta_{11}\,\mathfrak{A}_1 + p$, welcher nach §. 3 mit $\mathfrak{R}$ bezeichnet wurde und sich ebenfalls in Atmosphären ausdrückt, den mittleren Widerstand der Maschine; es war:

15) $(\vartheta_{11}\,\mathfrak{A}_1 + p) = \mathfrak{R}$;

folglich kann man auch schreiben: die Nutzleistung der Dampf-Maschine in Pferden:

16) $N_n = 94,_{68} \cdot v\{d^2\mathfrak{A}_m - d\mathfrak{R}\}$.

Der mittlere wirksame Druck läfst sich nach dem bisher Entwickelten berechnen. Derselbe ist abhängig:

a) von der Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ der Maschine,

b) von dem Wirkungs-Coefficient ϑ, welcher wieder von dem Füllungswerth ε und dem schädlichen

Raum ζ bedingt wird, und aus der Tabelle in §. 5 zu entnehmen ist;

c) von dem Werth $\vartheta_1 \mathfrak{A}_s$, welcher nach §. 6 zu bestimmen ist, und verschieden ist, je nachdem man eine Condensations-Maschine hat oder eine Maschine ohne Condensation, und je nach dem Werth des schädlichen Raumes.

Es sei z. B. die Volldruckspannung, mit welcher der Dampf vor der Absperrung wirkt, 5 Atmosphären, die Maschine habe einen schädlichen Raum von $\zeta = 0{,}05$ und arbeite mit $\frac{1}{4}$ Füllung; es ist sodann:

für eine Maschine mit Condensation

$$\mathfrak{A}_m = 0{,}609 \cdot 5 - 0{,}206 = 3{,}045 - 0{,}206 = 2{,}839$$

für eine Maschine ohne Condensation

$$\mathfrak{A}_m = 0{,}609 \cdot 5 - 1{,}135 = 3{,}045 - 1{,}135 = 1{,}910.$$

Die Bestimmung des mittleren Widerstandes kann in folgender Weise geschehen:

Nach §. 3 ist in dem Ausdruck:

$$\mathfrak{R} = \vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p$$

ϑ_{11} ein Werth, welcher für Condensations-Maschinen, wie für Maschinen ohne Condensation ziemlich constant ist, und welcher denjenigen Theil des Widerstandes der unbelasteten Maschine darstellt, welcher von der wirksamen Dampfspannung $\mathfrak{A}_1$ abhängig ist.

Auf Grund der von mir durchgeführten Berechnung aus zuverlässigen Versuchen, kann man mit hinreichender Genauigkeit als Durchschnittswerth setzen:

$$\vartheta_{11} = 0{,}023.$$

Der Werth p bezeichnet in Atmosphären den auf die Kolbenfläche reducirten Druck, welcher den Arbeitswiderstand derjenigen Maschinentheile bei dem unbelasteten Gange der Maschine repräsentirt, welcher von der wirksamen Dampfspannung unabhängig ist.

Natürlich ist dieser Werth sehr wesentlich von der ganzen Anordnung der Maschine abhängig, namentlich wird es im Allgemeinen darauf ankommen, welches Gewicht die Schwungradwelle mit Schwungrad und sonstigem Zubehör besitzt, ferner wie hoch bei Condensations-Maschinen das Wasser für die Condensation zu heben ist, und welche Wassermenge mit Rücksicht auf die Temperatur der Condensation gehoben werden muſs.

Als Durchschnittswerthe, welche gewöhnlich nur geringe Abweichungen erfahren werden, kann man bei gut construirten Maschinen, auf Grund von Berechnungen aus zuverlässigen Versuchen, etwa setzen:

für Maschinen mit Condensation $p = 0{,}16$

für Maschinen ohne Condensation $p = 0{,}01$.

Es ergiebt sich hiernach:

17) für Maschinen mit Condensation

$$\mathfrak{R} = 0{,}023\, \mathfrak{A}_1 + 0{,}16$$

für Maschinen ohne Condensation

$$\mathfrak{R} = 0{,}023\, \mathfrak{A}_1 + 0{,}01.$$

So würde also z. B. bei einer Volldruckspannung von 5 Atmosphären betragen:

für Maschinen mit Condensation $\mathfrak{R} = 0{,}275$

für Maschinen ohne Condensation $\mathfrak{R} = 0{,}125$.

Wenn nun diese Maschine mit $0{,}25$ Füllung arbeitet und der Coefficient des schädlichen Raumes $0{,}05$ ist, so war nach dem Früheren:

für Maschinen mit Condensation $\mathfrak{A}_m = 2{,}839$

für Maschinen ohne Condensation $\mathfrak{A}_m = 1{,}910$,

also entsteht für die Nutzleistung in Pferden:

für Maschinen mit Condensation

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \left\{2{,}839\, d^2 - 0{,}275\, d\right\}$$

für Maschinen ohne Condensation

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \left\{1{,}910\, d^2 - 0{,}125\, d\right\}.$$

Haben beide Maschinen gleichen Durchmesser, z. B. 40 Centimeter, so ist $d = 0{,}4$, $d^2 = 0{,}16$, folglich sind die Nutzleistungen:

für Maschinen mit Condensation:

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \cdot \left\{0{,}4542 - 0{,}1100\right\} = 94{,}68\, v \cdot 0{,}3442 = 32{,}59 \cdot v \text{ Pferde},$$

für Maschinen ohne Condensation:

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \cdot \left\{0{,}3054 - 0{,}0500\right\} = 94{,}68\, v \cdot 0{,}2554 = 24{,}18 \cdot v \text{ Pferde}.$$

Die Nutzleistungen beider Maschinen verhalten sich also:

$$\frac{\text{Maschine mit Condensation}}{\text{Maschine ohne Condensation}} = \frac{0{,}3442}{0{,}2554} = \frac{1{,}35}{1{,}00}.$$

Läſst man beide Maschinen anstatt mit 5 Atmosphären Anfangsspannung nur mit $4{,}5$ Atmosphären arbeiten, so würde sein, bei derselben Füllung von $0{,}25$:

für Maschinen mit Condensation:

$$\mathfrak{A}_m = 0{,}609 \cdot 4{,}5 - 0{,}206 = 2{,}534;\quad \mathfrak{R} = 0{,}264,$$

für Maschinen ohne Condensation:

$$\mathfrak{A}_m = 0{,}609 \cdot 4{,}5 - 1{,}135 = 1{,}605;\quad \mathfrak{R} = 0{,}113;$$

folglich, wenn $d = 0{,}4$, $d^2 = 0{,}16$:

für Maschinen mit Condensation:

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \cdot \left\{0{,}4054 - 0{,}1056\right\} = 94{,}68 \cdot v \cdot 0{,}2988 = 28{,}29 \cdot v \text{ Pferde},$$

für Maschinen ohne Condensation:

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \cdot \left\{0{,}2568 - 0{,}0452\right\} = 94{,}68 \cdot v \cdot 0{,}2116 = 20{,}03 \cdot v \text{ Pferde}.$$

Die Nutzleistungen beider Maschinen verhalten sich also:

$$\frac{\text{Maschine mit Condensation}}{\text{Maschine ohne Condensation}} = \frac{0{,}2988}{0{,}2116} = \frac{1{,}41}{1{,}00}.$$

Es ist hier ausdrücklich wiederholt hervorzuheben, daſs die für ϑ_{11}, p, $\mathfrak{A}_s$ u. s. w. angegebenen Werthe überall als auf Erfahrung beruhende Durchschnittswerthe zu betrachten sind. Ist man also z. B. in der Lage, bei einer Maschine eine gröſsere oder kleinere Condensation vorauszusetzen, oder die Canäle für den ausströmenden Dampf besonders weit, oder besonders eng zu machen, oder, wie bei Zwillingsmaschinen das Schwungrad besonders leicht, resp. bei sehr langsam gehenden Maschinen dasselbe besonders schwer zu machen, so sind entsprechend die angenommenen constanten Durchschnittswerthe zu ändern.

Der Gang der Rechnung bleibt gleichwohl ungeändert, so daſs, indem man $\mathfrak{A}_m$ und $\mathfrak{R}$ für jeden Fall bestimmt, die Gl. 16 die Nutzleistung der Maschine in Pferden ergiebt.

§. 8.

Vergleichungen zwischen den Nutzleistungen bei Anwendung der Condensation und ohne dieselbe.

Die bisher entwickelten Beziehungen gestatten eine Reihe von Fragen zu beantworten, welche bei dem Vergleich zwischen Condensations-Maschine und Maschine ohne Condensation aufgeworfen werden können. Zu diesem Zweck setzen wir die angenommenen constanten Werthe in die Gleichung 13:

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \cdot \left\{d^2(\vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s) - d(\vartheta_{11} \mathfrak{A}_1 + p)\right\}.$$

Indem wir den Coefficienten des schädlichen Raumes:

$$\zeta = 0{,}05$$

annehmen, entsteht:

für Maschinen mit Condensation:

$$18)\quad N_n = 94{,}68 \cdot v \cdot \{d^2(\vartheta\mathfrak{A}_1 - 0{,}206) - d(0{,}023\,\mathfrak{A}_1 + 0{,}16)\},$$

für Maschinen ohne Condensation:

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \cdot \{d^2(\vartheta\mathfrak{A}_1 - 1{,}135) - d(0{,}023\,\mathfrak{A}_1 + 0{,}01)\}.$$

Es kann nun z. B. gefragt werden: In welchem Falle ist die Nutzleistung einer Maschine ohne Condensation ebenso grofs, wie diejenige einer Maschine mit Condensation, wenn beide dieselbe Kolbengeschwindigkeit v, denselben Füllungswerth ε und dieselbe Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ haben?

Setzt man die Gleichungen in Gl. 18 einander gleich, da N_n bei beiden Maschinen gleich grofs sein soll, so ergiebt sich nach einer Umformung

$$-0{,}206\,d - 0{,}16 = -1{,}135\,d - 0{,}01,$$
$$0{,}929\,d = 0{,}15,$$
$$d = 0{,}16.$$

Bei einem Kolbendurchmesser von 16 Centimeter haben also beide Maschinen dieselbe Nutzleistung, und dies Resultat ist unabhängig von dem Werthe $\mathfrak{A}_1$, v und ϑ, gilt also unter Annahme der gewählten Construction allgemein. Da man nun niemals Condensations-Maschinen von so geringem Durchmesser zu bauen pflegt, so ergiebt sich, dafs innerhalb der gewöhnlichen Ausführungen die Condensations-Maschine immer eine höhere Nutzleistung giebt, als eine Maschine ohne Condensation, welche mit derselben Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$, derselben Füllung ε und derselben Geschwindigkeit v arbeitet, und dabei denselben Kolbendurchmesser hat.

Eine andere Frage ist folgende:

Wir haben eine Maschine mit Condensation, welche bei einer bestimmten Geschwindigkeit v, bestimmter Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$, und bestimmter Füllung ε eine bestimmt ermittelte Nutzleistung N_n giebt. Nun stellen wir die Condensation ab, so dafs diese ganz aufser Betrieb kommt, und verwandeln dadurch die Condensations-Maschine in eine Maschine ohne Condensation. Die Nutzleistung wird nun geringer. Durch welche Mittel ist es möglich, die Maschine ohne Anwendung der Condensation wieder zu der früheren Leistung zu bringen?

Die Aufgabe kann gelöst werden:

a) indem man die Geschwindigkeit vergröfsert und alles Andere ungeändert läfst,

b) indem man die Volldruckspannung vergröfsert und alles Andere ungeändert läfst,

c) indem man die Füllung vergröfsert und alles Andere ungeändert läfst,

d) indem man zugleich zwei oder alle drei der unter a, b und c genannten Werthe entsprechend ändert.

a) Wenn die Maschine nach Abstellung der Condensation nur die Geschwindigkeit ändert, um die frühere Leistung zu erzielen, und es sei v_0 die vergröfserte Geschwindigkeit, so mufs nach Gl. 18 sein:

$$v\{d^2(\vartheta\mathfrak{A}_1 - 0{,}206) - d(0{,}023\,\mathfrak{A}_1 + 0{,}16)\}$$
$$= v_0\{d^2(\vartheta\mathfrak{A}_1 - 1{,}135) - d(0{,}023\,\mathfrak{A}_1 + 0{,}01)\},$$

$$\frac{v_0}{v} = \frac{d(\vartheta\mathfrak{A}_1 - 0{,}206) - 0{,}023\,\mathfrak{A}_1 - 0{,}16}{d(\vartheta\mathfrak{A}_1 - 1{,}135) - 0{,}023\,\mathfrak{A}_1 - 0{,}01} = \frac{d\cdot\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}}{d\cdot(\mathfrak{A}_{0m} - \mathfrak{R}_0)}.$$

z. B. für $\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$ Atmosphären, $\varepsilon = 0{,}25$, also $\vartheta = 0{,}609$ und $d = 0{,}40$, ist:

$$\frac{v_0}{v} = \frac{0{,}40\,(0{,}609 \cdot 4{,}5 - 0{,}206) - 0{,}023 \cdot 4{,}5 - 0{,}16}{0{,}40\,(0{,}609 \cdot 4{,}5 - 1{,}135) - 0{,}023 \cdot 4{,}5 - 0{,}01}$$
$$= \frac{1{,}014 - 0{,}264}{0{,}642 - 0{,}113} = \frac{0{,}750}{0{,}529} = 1{,}41.$$

Man wird also in dem gegebenen Falle die Maschine nach Abstellung der Condensation auf die ursprüngliche Leistung bringen können, wenn man sie etwa $1{,}4$ mal so schnell laufen läfst. Uebrigens ist das Verhältnifs $\frac{v_0}{v}$ von dem Durchmesser d, von der Füllung ε und von der Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ abhängig.

b) Wenn die Maschine nach Abstellung der Condensation nur die Volldruckspannung vergröfsert, so sei $\mathfrak{A}_0$ die vergröfserte Volldruckspannung, während alles Uebrige ungeändert bleibt; dann folgt aus Gl. 18:

$$d^2(\vartheta\mathfrak{A}_1 - 0{,}206) - d(0{,}023\,\mathfrak{A}_1 + 0{,}16)$$
$$= d^2(\vartheta\mathfrak{A}_0 - 1{,}135) - d(0{,}023\,\mathfrak{A}_0 + 0{,}01)$$
$$\mathfrak{A}_1(d\vartheta - 0{,}023) + 0{,}929\,d - 0{,}15 = \mathfrak{A}_0(d\vartheta - 0{,}023)$$
$$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 + \frac{0{,}929\,d - 0{,}15}{d\vartheta - 0{,}023}.$$

Das zweite Glied giebt also an, um wieviel die Volldruckspannung vergröfsert werden mufs, wenn die Maschine ohne Condensation bei gleicher Kolbengeschwindigkeit, gleichem Durchmesser und gleicher Füllung dieselbe Leistung erzielen soll, wie die Condensationsmaschine. Dieser Spannungszuwachs ist unabhängig von der Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$, also für einen gegebenen Durchmesser des Kolbens und für eine gegebene Füllung constant.

Z. B. für $d = 0{,}40$, $\varepsilon = 0{,}25$ also $\vartheta = 0{,}609$, ist

$$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 + \frac{0{,}2216}{0{,}2206} = \mathfrak{A}_1 + 1{,}00.$$

Man wird also die Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ in diesem Fall um 1 Atmosphäre vergröfsern müssen, gleichviel, welche Volldruckspannung die Maschine ohne Condensation hatte.

c) Wenn die Maschine nach Abstellung der Condensation nur die Füllung ändert. Es sei für die ursprüngliche Füllung ε die Anwendung der Condensation ϑ der zugehörige Wirkungscoefficient, und indem man die Füllung von ε auf ε_0 vergröfsert, sei ϑ_0 der zugehörige Wirkungs-Coefficient (§. 5). Wenn alles Uebrige ungeändert bleibt, ergiebt sich aus Gl. 18:

$$d^2(\vartheta\mathfrak{A}_1 - 0{,}206) - d(0{,}023\,\mathfrak{A}_1 + 0{,}16)$$
$$= d^2(\vartheta_0\,\mathfrak{A}_1 - 1{,}135) - d(0{,}023\,\mathfrak{A}_1 + 0{,}01).$$
$$\vartheta_0 = \vartheta + \frac{0{,}929\,d - 0{,}15}{d\mathfrak{A}_1}.$$

Das zweite Glied giebt nun an, um wieviel der Wirkungs-Coefficient ϑ der Condensations-Maschine vergröfsert werden mufs, wenn die Maschine ohne Condensation von gleichem Durchmesser, gleicher Kolbengeschwindigkeit und gleicher Volldruckspannung dieselbe Nutzleistung erzielen soll, wie die Condensations-Maschine. Man sieht, dafs dieser Zuwachs des Wirkungs-Coefficienten von ϑ unabhängig ist, und nur von dem Kolbendurchmesser und der Volldruckspannung abhängig ist. Daraus folgt, dafs der Zuwachs des Wirkungs-Coefficienten für jeden Füllungswerth constant ist, wenn d und $\mathfrak{A}_1$ ungeändert bleiben.

Aus dem Wirkungs-Coefficient ϑ ist demnächst der entsprechende Füllungswerth ε_0 zu ermitteln, wozu am besten die Tabelle in §. 5 dient.

Z. B. für den Kolbendurchmesser $0,_{40}$ und der Volldruckspannung $4,_5$ Atmosphären ist:

$$\vartheta_0 = \vartheta + \frac{0,_{929} \cdot 0,_4 - 0,_{15}}{0,_4 \cdot 4,_5} = \frac{0,_{2216}}{1,_8} + \vartheta$$
$$= \vartheta + 0,_{123}.$$

Wenn nun die ursprüngliche Füllung $0,_{25}$ und folglich der zugehörige Wirkungs-Coefficient $0,_{609}$ war, so mufs nun der Wirkungs-Coefficient

$$\vartheta_0 = 0,_{609} + 0,_{123} = 0,_{732}$$

sein, und nach der Tabelle in §. 5 mufs die Füllung nun zwischen $0,_{35}$ und $0,_{40}$ liegen, und zwar nahe an $0,_{35}$.

Uebrigens ist es einleuchtend, dafs der gröfste Werth, welchen ϑ_0 erreichen kann $= 1$ ist, nämlich gleich dem Wirkungs-Coefficienten für $\varepsilon = 1$. Ist $\vartheta_0 = 1$, so folgt:

$$\vartheta = 1 - \frac{0,_{929}\, d - 0,_{15}}{d\mathfrak{A}_1},$$

und hierdurch ist die gröfste Füllung der Condensations-Maschine bestimmt, bei welcher die hier besprochene Operation überhaupt noch möglich ist. Hat die Condensations-Maschine eine gröfsere Füllung als die hier bestimmte, so ist es nicht mehr möglich, nach Abstellung der Condensation die ursprüngliche Leistung allein durch Steigerung der Füllung zu erzielen.

Im vorliegenden Beispiel ist:

$$\vartheta = 1 - 0,_{123} = 0,_{877},$$

welcher Werth nach Tabelle §. 5 einer Füllung von $0,_{55}$ entspricht.

§. 9.

Grenzen für die Zweckmäfsigkeit der Wahl einer Condensations-Maschine.

Die Untersuchungen des vorhergehenden Paragraphen geben noch Veranlassung zu einigen Folgerungen.

Zunächst ist hervorzuheben, dafs, wenn man die von der Condensation befreite Maschine auf die ursprüngliche Leistung bringen will, sowohl die Vergröfserung der Geschwindigkeit als die Vergröfserung der Füllung einen vermehrten Verbrauch an Dampf-Volum geben. Bei Vermehrung der Volldruckspannung (litt. b des vorigen Paragraphen) wird zwar das Volum der verbrauchten Dampfmenge nicht vergröfsert, wohl aber die Gewichtsmenge, denn der Dampf von höherer Spannung ist dichter, als der von geringerer Spannung. Ohne hier schon den Einflufs feststellen zu können, welchen diese Aenderungen auf die verbrauchte Menge des Brennmaterials haben, müssen wir auf die Entwickelungen der Paragraphen 13 und 14 verweisen.

Die erforderliche Zunahme an Volldruckspannung ergiebt sich nach litt. b des vorigen Paragraphen:

$$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 + \frac{0,_{929}\, d - 0,_{15}}{d\vartheta - 0,_{023}}.$$

Dieses zweite Glied, welches die Zunahme der Volldruckspannung ergiebt, wenn man anstatt der Condensations-Maschine eine Maschine ohne Condensation mit derselben Kolbengeschwindigkeit, derselben Füllung und von gleichem Kolbendurchmesser anwendet, ist um so kleiner, je gröfser ϑ ist; und da dieses mit der Füllung ε wächst, so ist der erforderliche Zuwachs an Spannung um so kleiner:

1) je gröfser die Füllung ist, und
2) je kleiner der Kolbendurchmesser ist.

Dies Letzte läfst sich erkennen, wenn man die Division mit $d\vartheta - 0,_{023}$ in $0,_{929}\, d - 0,_{15}$ wirklich ausführt. Es entsteht:

$$\frac{0,_{929}\, d - 0,_{15}}{d\vartheta - 0,_{023}} = \frac{0,_{929}}{\vartheta} - \frac{0,_{15} - \frac{0,_{0216}}{\vartheta}}{d\vartheta - 0,_{023}}.$$

Der Zähler des zweiten Gliedes ist stets positiv, wenigstens innerhalb der Grenzen der Werthe von ϑ, welche man praktisch anwendet, — und folglich ist das zweite Glied immer negativ, also ist der Werth des ganzen Ausdruckes um so kleiner, je gröfser der negative Werth ist, und dieser ist um so gröfser, je kleiner dessen Nenner, also je kleiner der Werth d ist.

Da nun die Maschine ohne Condensation bei kleinem Durchmesser und grofser Füllung nur eines verhältnifsmäfsig geringen Zuwachses an Volldruckspannung bedarf, um dieselbe Nutzleistung zu geben, als die Maschine mit Condensation von demselben Durchmesser, derselben Füllung und derselben Kolbengeschwindigkeit, so wird es in solchem Falle, wo die Vermehrung der Volldruckspannung keine erheblichen Schwierigkeiten macht, also namentlich wenn diese Vermehrung nur in sehr geringem Grade erforderlich ist, nicht gerathen sein, eine Condensations-Maschine überhaupt anzuwenden.

Man kann also die Regel aufstellen, dafs man Maschinen von grofser Füllung und kleinem Durchmesser niemals als Condensations-Maschine zu construiren hat.

Wenn der Unterschied der Volldruckspannung, welche eine Condensations-Maschine bei einem Wirkungs-Coefficienten ϑ und einer bestimmten Kolbengeschwindigkeit v erfordert, und derjenigen Volldruckspannung, welche eine Maschine ohne Condensation von gleichem Durchmesser, gleicher Füllung (also auch gleichem Wirkungs-Coefficienten) und gleicher Kolbengeschwindigkeit erfordert, den Werth von x Atmosphären nicht erreichen soll, so folgt:

$$\frac{0,_{929}\, d - 0,_{15}}{d\vartheta - 0,_{023}} < x,$$

und daraus:

$$d(0,_{929} - x\vartheta) < 0,_{15} - 0,_{023},$$
$$d < \frac{0,_{15} - 0,_{023}\, x}{0,_{929} - x\vartheta}.$$

Wenn also d kleiner ist als der Werth $\frac{0,_{15} - 0,_{023}\, x}{0,_{929} - x\vartheta}$, so würde man dieselbe Nutzleistung in Pferden von der Maschine ohne Condensation erhalten, wenn man die Volldruckspannung nur um einen entsprechenden Werth, kleiner als x, steigert. Hierdurch würde man den kleinsten Durchmesser bestimmen können, für welchen eine Condensations-Maschine überhaupt noch rathsam sein würde. Dieser kleinste Durchmesser fällt um so gröfser aus, je gröfser ϑ ist. Annähernd kann man sagen, indem man $0,_{023}\, x$ vernachlässigt und für $0,_{929}$ den Werth 1 setzt:

Es ist nicht rathsam, eine Condensations-Maschine zu wählen, wenn

19) $\ldots\ldots\ldots d < \frac{0,_{15}}{1 - x\vartheta}$

ist.

Wenn man z. B. als gröfste Spannungsdifferenz $^1/_4$ Atmosphäre gestatten will, und wenn man die gröfste Füllung der Maschine zu $0{,}_{75}$ annimmt, so ist für $\varepsilon = 0{,}_{75}$ nach der Tabelle in §. 5 $\vartheta = 0{,}_{965}$; also entsteht:

$$\frac{0{,}_{15}}{1 - 0{,}_{965} \cdot {}^1/_4} = 0{,}_{20}.$$

Man würde also unter dieser Voraussetzung keine Condensations-Maschine unter 20 Centimeter Kolbendurchmesser bauen. Nimmt man die zulässige Spannungsdifferenz $^1/_2$ Atmosphäre, so entsteht unter Annahme von $\varepsilon = 0{,}_{75}$

$$\frac{0{,}_{15}}{1 - 0{,}_{965} \cdot {}^1/_2} = 0{,}_{3}.$$

§. 10.

Wahl der Kolbengeschwindigkeit der Dampfmaschinen.

Die Kolbengeschwindigkeit der Dampfmaschinen ist für neu zu construirende Maschinen von vorn herein zu wählen. Einen allgemein giltigen theoretischen Grund für diese Auswahl kann man kaum aufstellen. Je gröfser man die Geschwindigkeit wählt, desto gröfser ist nach dem Früheren die Nutzleistung der Maschine unter sonst gleichen Bedingungen, und folglich fällt der erforderliche Kolbendurchmesser um so kleiner aus. Ist z die Anzahl der einzelnen Hübe in einer Minute und l der Kolbenhub, so ist nach §. 1:

$$v = \frac{l \cdot z}{60}.$$

Nimmt man z und l an, so ist dadurch v bestimmt, und umgekehrt. Bei einer Kurbelmaschine entspricht eine Umdrehung der Kurbelwelle einem Hin- und einem Hergange des Kolbens, also zwei einfachen Hüben. Ist u die Anzahl der Umdrehungen der Kurbelwelle in einer Minute, so ist:

$$u = {}^1/_2 \cdot z;$$

folglich:

$$v = \frac{u\,l}{30},$$

$$u = \frac{30 \cdot v}{l}; \quad z = \frac{60 \cdot v}{l}.$$

Beabsichtigt man eine grofse Anzahl u von Umdrehungen der Kurbelwelle, oder überhaupt eine grofse Anzahl von Kolbenhüben in der Minute, so hat man v möglichst grofs und l möglichst klein zu nehmen; und umgekehrt.

Wir wollen in dieser Beziehung unterscheiden:

a) Maschinen mit geringer Geschwindigkeit,
b) Maschinen mit mäfsiger Geschwindigkeit,
c) Maschinen mit hoher Geschwindigkeit,
d) Maschinen mit sehr grofser Geschwindigkeit.

a) Alle Maschinen, bei welchen die hin- und hergehenden schweren Maschinentheile von erheblicher Masse sind, also namentlich alle Balancier-Dampfmaschinen, Bügelmaschinen, Maschinen mit Pumpengestängen u. s. w., müssen eine geringe Kolbengeschwindigkeit bekommen. Früher wählte man Geschwindigkeiten von $0{,}_{80}$ bis $0{,}_{90}$ Meter; gegenwärtig geht man bei Kurbel-Maschinen selten unter 1 Meter, und steigt bei gröfseren Maschinen mit diesem Werthe. Für dergleichen Maschinen empfehle ich, wenn nicht besondere Gründe für eine andere Wahl sprechen:

$$v = 1 + {}^1/_{200}\,N_n.$$

b) Für direct wirkende Kurbelmaschinen ohne besonders schwere hin- und hergehende Massen (Maschinen mit mäfsiger Geschwindigkeit) empfehle ich

$$v = 1{,}_2 + {}^1/_{200}\,N_n \text{ bis } 1{,}_3 + {}^1/_{200}\,N_n.$$

c) Für Maschinen mit hoher Geschwindigkeit, bei welchen eine grofse Anzahl von Umdrehungen der Kurbelwelle beabsichtigt wird, bei denen aber die einseitigen Belastungen der Kurbelwelle durch Kurbel und Gestänge möglichst ausgeglichen sein müssen, ist eine Kolbengeschwindigkeit:

$$v = 1{,}_5 + {}^1/_{200}\,N_n \text{ bis } 2 + {}^1/_{200}\,N_n$$

als zulässig zu empfehlen.

d) Für Maschinen mit sehr grofser Geschwindigkeit, z. B. Lokomotiv-Maschinen, Schraubenschiffmaschinen und ähnliche Maschinen, für welche man eine möglichst grofse Umdrehungszahl der Kurbelwelle beabsichtigt, empfehle ich, eine Geschwindigkeit des Kolbens:

$$v = 2{,}_5 + {}^1/_{200}\,N_n \text{ bis } 3{,}_5 + {}^1/_{200}\,N_n$$

nicht zu überschreiten.

e) Für Maschinen ohne Kurbelbewegung (Wasserhaltungs-Maschinen), welche schwere Gestänge oder andere bedeutende Massen zu bewegen haben, empfehle ich:

$$v = 0{,}_{25} \text{ bis } 0{,}_{30} + {}^1/_{200}\,N_n$$

zu wählen.

f) Für Dampfmaschinen nach Woolfschem System gelten die vorstehenden Angaben für die Geschwindigkeit des gröfseren Kolbens.

g) Für gekuppelte Maschinen (Zwillings- oder Drillingsmaschinen) gelten die vorstehenden Angaben, wenn man unter N_n die Nutzleistung in Pferden jedes einzelnen Cylinders, nicht aber die Gesammtleistung der Maschine versteht.

h) Für Maschinen mit Condensation nimmt man unter sonst gleichen Verhältnissen gewöhnlich die geringeren Werthe von v, bei Maschinen ohne Condensation die höhern Werthe von v.

Nach diesen Angaben kann also die Kolbengeschwindigkeit einer 40pferdigen Dampfmaschine:

a) bei geringer Geschwindigkeit $1{,}_2$ Meter in der Secunde,
b) bei mäfsiger Geschwindigkeit $1{,}_4$ bis $1{,}_5$ Meter in der Secunde,
c) bei hoher Geschwindigkeit $1{,}_7$ bis $2{,}_2$ Meter in der Secunde,
d) bei sehr grofser Geschwindigkeit $2{,}_7$ bis $3{,}_7$ Meter in der Secunde,
e) bei einer Maschine ohne Kurbelbewegung $0{,}_{45}$ bis 0,50 in der Secunde,
g) bei einer Zwillings-Maschine überall $0{,}_1$ Meter weniger betragen,
h) bei Condensations-Maschinen nimmt man die kleinern, bei Maschinen ohne Condensation die gröfsten Werthe von v.

§. 11.

Wahl des Kolbenhubes.

Der Hub der Dampfmaschinen, d. i. der Weg, welchen der Kolben bei einem Hin- und Hergange zurücklegt, läfst sich entweder aus der angenommenen Geschwindigkeit (§. 10) und der Anzahl der Kolbenhübe bestimmen, oder man nimmt von vorn herein diesen Werth (den Hub) l an,

und bestimmt die Zahl der Kolbenhübe nach §. 10 aus der Beziehung:

$$u = \frac{30 \cdot v}{l};\quad z = \frac{60 \cdot v}{l}.$$

Bei Maschinen mit geringer Geschwindigkeit wählt man l grofs, wenn man dagegen eine möglichst grofse Umdrehungszahl beabsichtigt, wählt man l klein. Im Allgemeinen macht man l von dem Kolbendurchmesser abhängig, und wählt bei Maschinen

mit geringer Geschwindigkeit etwa $l = 1{,}5\,d$ bis $2\,d$,
bei mäfsiger Geschwindigkeit $l = 1{,}3\,d$ bis $1{,}8\,d$,
bei hoher Geschwindigkeit $l = 1{,}2\,d$ bis $1{,}5\,d$,
bei sehr grofser Geschwindigkeit $l = 0{,}75\,d$ bis $1{,}4\,d$.

Die kleineren Werthe von l wählt man namentlich auch dann, wenn es darauf ankommt, die Kurbelwelle möglichst nahe an den Cylinder zu legen, um daher die Lenkerstange möglichst kurz zu bekommen. Dieser Fall kommt unter andern bei Schraubenschiff-Maschinen vor, wenn die horizontalen Cylinderachsen rechtwinkelig zur Schraubenachse liegen sollen.

Im Allgemeinen macht man das Verhältnifs $\frac{l}{d}$ bei Maschinen mit Condensation gröfser, als bei Maschinen ohne Condensation von derselben Nutzleistung.

§. 12.

Berechnung des Kolbendurchmessers, Rechnungsbeispiele.

Die Berechnung des Cylinderdurchmessers ergiebt sich aus Gl. 16:

$$N_n = 94{,}68 \cdot v \cdot \{d^2 \mathfrak{A}_m - d\mathfrak{R}\},$$

nämlich:

$$20)\quad d = {}^1\!/_2 \cdot \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{A}_m}\left\{1 + \sqrt{\frac{N_n}{v} \cdot \frac{\mathfrak{A}_m}{\mathfrak{R}^2} \cdot \frac{1}{23{,}67} + 1}\right\}.$$

Hat man also für eine gegebene Nutzleistung von N_n Pferden eine Dampfmaschine zu construiren, so setzt man zunächst fest:

a) mit welcher Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ der Dampf im Cylinder wirken soll,
b) mit welcher Füllung ε die Maschine arbeiten soll,
c) ob die Maschine mit oder ohne Condensation arbeiten soll, wobei die Untersuchungen des §. 9 von Interesse sein können,
d) welche Kolbengeschwindigkeit die Maschine bekommen soll.

Nach Feststellung der Beziehungen a, b, c kann man die Werthe $\mathfrak{A}_m$ und $\mathfrak{R}$ nach dem Früheren berechnen (§. 7), und dann ergiebt sich nach Feststellung der Geschwindigkeit (§. 10) der Durchmesser nach Gl. 20.

Es sei z. B. eine Dampfmaschine von 40 Pferden zu berechnen; die Volldruckspannung betrage $4^1\!/_2$ Atmosphären Totaldruck ($3^1\!/_2$ Atmosphären Ueberdruck), die Füllung $\varepsilon = 0{,}25$, der Coefficient des schädlichen Raumes $0{,}05$, dann ist nach der Tabelle §. 5:

$$\vartheta = 0{,}609,$$

und nach Gleichung 14

$$\mathfrak{A}_m = \vartheta \mathfrak{A}_1 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s = 0{,}609 \cdot 4{,}5 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s = 2{,}741 - \vartheta_1 \mathfrak{A}_s.$$

Für Maschinen mit Condensation ist: $\vartheta_1 \mathfrak{A}_s = 0{,}206$ (§. 6),
für Maschinen ohne Condensation ist: $\vartheta_1 \mathfrak{A}_s = 1{,}135$,
folglich ist:

für Maschinen mit Condensation

$$\mathfrak{A}_m = 2{,}741 - 0{,}206 = 2{,}535,$$

für Maschinen ohne Condensation

$$\mathfrak{A}_m = 2{,}741 - 1{,}135 = 1{,}606.$$

Ferner ist (Gl. 17):

für Maschinen mit Condensation

$$\mathfrak{R} = 0{,}023 \cdot 4{,}5 + 0{,}16 = 0{,}264,$$

für Maschinen ohne Condensation

$$\mathfrak{R} = 0{,}023 \cdot 4{,}5 + 0{,}01 = 0{,}114,$$

also:

für Maschinen mit Condensation

$$^1\!/_2 \cdot \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{A}_m} = 0{,}052.$$

$$\frac{\mathfrak{A}_m}{\mathfrak{R}^2} = \frac{2{,}535}{0{,}0697} = 36{,}37,$$

$$\frac{1}{23{,}67} \cdot \frac{\mathfrak{A}_m}{\mathfrak{R}^2} = 1{,}54,$$

für Maschinen ohne Condensation

$$^1\!/_2 \cdot \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{A}_m} = 0{,}036,$$

$$\frac{\mathfrak{A}_m}{\mathfrak{R}^2} = \frac{1{,}606}{0{,}0130} = 123{,}54,$$

$$\frac{1}{23{,}67} \cdot \frac{\mathfrak{A}_m}{\mathfrak{R}^2} = 5{,}22.$$

Setzt man diese Werthe in die Gleichung 20, so entsteht überhaupt für eine Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$ Atmosphären:

für eine Füllung von $\varepsilon = 0{,}25$,
bei einem schädlichen Raum $\zeta = 0{,}05$,

a) für Maschinen mit Condensation:

$$d = 0{,}052 \left\{1 + \sqrt{1{,}54\,\frac{N_n}{v} + 1}\right\},$$

b) für Maschinen ohne Condensation:

$$d = 0{,}036 \left\{1 + \sqrt{5{,}22\,\frac{N_n}{v} + 1}\right\}.$$

Nehmen wir für $N_n = 40$ und setzen nach dem Früheren (§. 10) für eine 40pferdige Maschine mit mäfsiger Kolbengeschwindigkeit:

$$v = 1{,}4,$$

also

$$\frac{N_n}{v} = \frac{40}{1{,}4} = \frac{200}{7},$$

so entsteht:

a) für Maschinen mit Condensation:

$$d = 0{,}052 \cdot 7{,}708 = 0{,}40 \text{ Meter},$$

b) für Maschinen ohne Condensation:

$$d = 0{,}036 \cdot 13{,}247 = 0{,}48 \text{ Meter}.$$

Nimmt man in beiden Fällen den Hub $= 1{,}5\,d$, so hat die Maschine mit Condensation einen Hub von $0{,}60$, die Maschine ohne Condensation einen Hub von $0{,}72$, folglich ist die Anzahl der Umdrehungen:

a) für die Maschine mit Condensation

$$u = \frac{30 \cdot 1{,}4}{0{,}60} = 70,$$

b) für die Maschine ohne Condensation

$$u = \frac{30 \cdot 1{,}4}{0{,}72} = 58^1\!/_3.$$

Hätte man anstatt der eincylindrigen Maschine jedesmal eine gekuppelte Maschine, deren jeder Cylinder 20 Pferde nutzbar macht, so hätte man:

$$v = 1{,}3,$$

$$\frac{N_n}{v} = \frac{20}{1{,}3} = \frac{200}{13},$$

a) für Maschinen mit Condensation:

$d = 0_{,31}$; $l = 0_{,46}$; $u = 84_{,6}$,

b) für Maschinen ohne Condensation:

$d = 0_{,36}$; $l = 0_{,54}$; $u = 72_{,8}$.

§. 13.

Berechnung der pro Stunde und Pferd zu verdampfenden Gewichtsmenge Wasser.

Rechnungsbeispiele.

Der Dampf-Verbrauch einer Dampfmaschine besteht nicht nur in derjenigen Dampfmenge, welche erforderlich ist, die jedesmalige Füllung des Cylinders zu bewirken, sondern auch in derjenigen Dampfmenge, welche durch Undichtigkeiten der Abschlüsse der Steuerung, durch die Undichtigkeiten der Kolbenliderung, sowie derjenigen der Stopfbuchsen u. s. w., sei es in den Condensator, sei es in die Atmosphäre, entweicht. Ein weiterer Dampf-Verlust entsteht durch die Abkühlung, welche der Dampf aus dem Kessel erleidet, sowohl auf dem Wege nach der Maschine, als auch durch Berührung mit den kälteren Theilen der Maschine selbst.

Wir wollen zunächst den Dampfverbrauch im Cylinder bestimmen. Der Dampfverbrauch bei einem Kolbenhube, welcher allein durch die Füllung des Cylinders bedingt wird, ist offenbar:

$$\mathfrak{a} l_1 + \mathfrak{Q}_x,$$

wenn $\mathfrak{a}$ der Kolben-Querschnitt,

l_1 der Kolbenweg bis zur vollendeten Absperrung des Dampfes,

$\mathfrak{Q}_x$ der schädliche Raum ist.

Bezeichnet nun:

l den ganzen Kolbenhub, so können wir auch schreiben:

$$\mathfrak{a} \cdot l_1 + \mathfrak{Q}_x = \mathfrak{a} l \left\{\frac{\mathfrak{a} l_1}{\mathfrak{a} l} + \frac{\mathfrak{Q}_x}{\mathfrak{a} l}\right\},$$

und indem wir

$\frac{l_1}{l} = \varepsilon$ und $\frac{\mathfrak{Q}_x}{\mathfrak{a} l} = \zeta$ setzen (wie früher), so ist der Dampfverbrauch bei einem Kolbenhube:

$$\mathfrak{a} \cdot l(\varepsilon + \zeta),$$

bei z einfachen Kolbenhüben in der Minute also:

$$\mathfrak{a} \cdot lz(\varepsilon + \zeta),$$

und da $lz = 60 v$ ist (§. 1 und 10), so folgt der Dampfverbrauch in der Minute:

$$\mathfrak{a} \cdot v \cdot 60(\varepsilon + \zeta).$$

Wir wollen künftig für den Dampfverbrauch und für die mit demselben zusammenhängenden Werthe die Stunde als Einheit ansehen, folglich ist der Dampfverbrauch zur Cylinderfüllung in der Stunde:

$$60 \cdot 60 \cdot \mathfrak{a} \cdot v \cdot (\varepsilon + \zeta) = 60 \cdot 60 \cdot {}^1/_4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot v(\varepsilon + \zeta)$$
$$= 2827_{,44} \cdot d^2 \cdot v \cdot (\varepsilon + \zeta).$$

Nun folgt aus Gl. 16:

$$N_n = 94_{,68} \cdot v(d^2 \mathfrak{A}_m - d\mathfrak{R})$$

$$d^2 \cdot v = \frac{N_n}{94_{,68}\left(\mathfrak{A}_m - \frac{\mathfrak{R}}{d}\right)},$$

und wenn wir diesen Werth einsetzen, folgt der in jeder Stunde zur Cylinderfüllung erforderliche Dampfverbrauch:

$$(\varepsilon + \zeta)\frac{2827_{,44}}{94_{,68}} \cdot N_n \cdot \frac{1}{\mathfrak{A}_m - \frac{\mathfrak{R}}{d}} = 30 N_n \cdot \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{\mathfrak{A}_m - \frac{\mathfrak{R}}{d}}\right).$$

Zu diesem Dampfverbrauch treten noch die oben angedeuteten Verluste. Im Wesentlichen kann man den Dampfverbrauch, welchen diese Verluste veranlassen, proportional den Querschnitten der Durchgangsspalten, und der Durchgangsgeschwindigkeit des Dampfes annehmen. Der Querschnitt der Durchgangsspalten wächst im Allgemeinen mit dem Kolbendurchmesser, und die Geschwindigkeit des durchströmenden Dampfes mit der Quadratwurzel aus der Pressung.

Versteht man unter $\mathfrak{A}_m$ (§. 7) den mittleren wirksamen Druck auf den Kolben, so wird wenigstens der Verlust durch Undichtigkeit der Kolbenliderung dem Werth:

$$d \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}$$

proportional zu setzen sein. Die übrigen Verluste sind gegen diesen Verlust nach der Erfahrung verhältnifsmäfsig klein, und obwohl dieselben sich nach andern Gesetzen ändern, so kann man doch näherungsweise diese andern Verluste mit dem Verlust der Kolbenliderung zusammenfassen, und den Gesammtverlust in der Form darstellen:

$$\psi_1 \cdot d \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m},$$

worin ψ_1 einen Coefficienten bezeichnet, der freilich von der Art der Construction, sowie von der Pflege und Beaufsichtigung der Maschine abhängig ist. Hiernach drückt sich das Volum des in einer Stunde verbrauchten Dampfes aus durch:

$$30 \cdot N_n \cdot \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{\mathfrak{A}_m - \frac{\mathfrak{R}}{d}}\right) + \psi_1 \cdot d \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}.$$

Bezeichnet man mit:

$\mathfrak{D}_I$ das Volum Dampf, welches für ein Pferd stündlich verbraucht wird, so erhält man, indem man obiges verbrauchtes Gesammtvolum durch die Zahl der nutzbar gemachten Pferde dividirt, das pro Stunde und Pferd verbrauchte Dampfvolum:

$$\mathfrak{D}_I = 30 \frac{\varepsilon + \zeta}{\mathfrak{A}_m - \frac{\mathfrak{R}}{d}} + \psi_1 \frac{d}{N_n}\sqrt{\mathfrak{A}_m},$$

$$\mathfrak{D}_I = 30 \cdot d\left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{\psi_1}{30} \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\}.$$

Nennen wir den Werth:

$\frac{\psi_1}{30}$ kurz ψ, so entsteht:

$$21)\quad \mathfrak{D}_I = 30 \cdot d\left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi\frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\} \text{ Kubikmtr.}$$

Den Werth ψ wollen wir den Undichtigkeits-Coefficienten nennen.

Auf Grund von Rechnungen, welche auf den Resultaten zuverlässiger Beobachtungen beruhen, kann man den Undichtigkeits-Coefficienten:

a) bei sehr sorgfältig construirten, und sehr gut beaufsichtigten und unterhaltenen Maschinen:

$\psi = 0_{,90}$ bis $1_{,00}$,

b) bei gewöhnlich gut unterhaltenen Maschinen:

$\psi = 1_{,20}$ bis $1_{,30}$; im Mittel $1_{,25}$,

c) bei stark gebrauchten und wenig gut gepflegten Maschinen:

$\psi = 1_{,40}$ bis $1_{,50}$

rechnen.

Als Durchschnittswerth setzen wir im Folgenden:

$\psi = 1_{,25}$.

Bezeichnet nun γ_1 das Gewicht eines Kubikmeters Dampf von der Spannung $\mathfrak{A}_1$, so wiegt die für ein Pferd in der Maschine pro Stunde erforderliche Dampfmenge:

$$22)\quad \gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I = \gamma_1 \cdot 30 \cdot d \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d \cdot \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\}$$

Kilogramm.

Nun aber kann man nach den Entwickelungen, welche der Verfasser in dem Aufsatz „Ueber das Verhalten des Wasserdampfes bei seiner Wirkung in den Dampfmaschinen" (Zeitschrift für Bauwesen 1874, S. 25) dargelegt hat, das Gewicht eines Kubikmeters Wasserdampf innerhalb der Grenze von $0_{,6}$ bis 10 Atmosphären mit hinreichender Genauigkeit durch die Gleichung darstellen:

$$\gamma_1 = 0_{,6059}\, \mathfrak{A}_1^{\,0,9396},$$

wofür wir hier abgerundet schreiben wollen:

$$\gamma_1 = 0_{,606}{}^{0,94}.$$

Indem man nun diesen Werth in die obige Gleichung einsetzt, ergiebt sich die für ein Pferd in der Stunde erforderliche Gewichtsmenge Wasserdampf, also auch die in Dampf zu verwandelnde Gewichtsmenge Wasser:

$$23)\quad \gamma_1 \mathfrak{D}_I = 18_{,18} \cdot d \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d \cdot \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\} \cdot \mathfrak{A}_1^{\,0,94}.$$

und wenn wir durchschnittlich $\psi = 1_{,25}$ setzen:

$$\gamma_1 \mathfrak{D}_I = 18_{,18} \cdot d \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d \cdot \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + 1_{,25} \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\} \cdot \mathfrak{A}_1^{\,0,94}.$$

Der Werth von $\mathfrak{A}_1^{\,0,94}$ ist aus folgender Tabelle zu entnehmen:

für $\mathfrak{A}_1$ =	1	2	2,5	3	3,5	4	4,5
ist $\mathfrak{A}_1^{\,0,94}$ =	1	1,92	2,37	2,81	3,25	3,68	4,11
für $\mathfrak{A}_1$ =	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
ist $\mathfrak{A}_1^{\,0,94}$ =	4,54	4,97	5,39	5,81	6,23	6,65	7,07
für $\mathfrak{A}_1$ =	8,5	9	9,5	10			
ist $\mathfrak{A}_1^{\,0,94}$ =	7,48	7,89	8,30	8,71			

Nehmen wir als Rechnungsbeispiel die in §. 12 berechnete Maschine. Es ergab sich dort für eine

Volldruckspannung von $4\frac{1}{2}$ Atmosphären Totaldruck,

Füllung von $0_{,25}$, und

einen schädlichen Raum von $0_{,05}$ des Cylinder-Volums:

für die Maschine mit Condensation:

$$\mathfrak{A}_m = 2_{,535}$$
$$\mathfrak{R} = 0_{,264}$$
$$\varepsilon + \zeta = 0_{,30}$$
für $v = 1_{,4}$, $N_n = 40$, $d = 0_{,40}$
- $v = 1_{,3}$, $N_n = 20$, $d = 0_{,31}$
$$\psi = 1_{,25};$$

für die Maschine ohne Condensation:

$$\mathfrak{A}_m = 1_{,606}$$
$$\mathfrak{R} = 0_{,114}$$
$$\varepsilon + \zeta = 0_{,30}$$
für $v = 1_{,4}$, $N_n = 40$, $d = 0_{,48}$
- $v = 1_{,3}$, $N_n = 20$, $d = 0_{,36}$
$$\psi = 1_{,25}.$$

Es ist folglich die pro Pferd und Stunde zu verdampfende Wassermenge für die 40pferdige Maschine:

mit Condensation:

$$18_{,18} \cdot 0_{,40} \left\{\frac{0_{,30}}{0_{,40} \cdot 2_{,535} - 0_{,264}} + \frac{1_{,25}\sqrt{2_{,535}}}{40}\right\} \cdot 4_{,11};$$
$$29_{,9}\, \{0_{,40} + 0_{,05}\} = \mathbf{13_{,46}};$$

ohne Condensation:

$$18_{,18} \cdot 0_{,48} \left\{\frac{0_{,30}}{0_{,48} \cdot 1_{,606} - 0_{,114}} + \frac{1_{,25}\sqrt{1_{,606}}}{40}\right\} \cdot 4_{,11}$$
$$35_{,81}\, \{0_{,46} + 0_{,03}\} = \mathbf{17_{,55}}.$$

Ferner ist die pro Stunde und Pferd zu verdampfende Wassermenge für eine 20pferdige Maschine, oder für eine gekuppelte 40pferdige Zwillings-Maschine

mit Condensation:

$$18_{,18} \cdot 0_{,31} \left\{\frac{0_{,30}}{0_{,31} \cdot 2_{,535} - 0_{,264}} + \frac{1_{,25}\sqrt{2_{,535}}}{30}\right\} \cdot 4_{,11},$$
$$23_{,2}\, \{0_{,58} + 0_{,10}\} = \mathbf{15_{,78}};$$

ohne Condensation:

$$18_{,18} \cdot 0_{,36} \left\{\frac{0_{,30}}{0_{,36} \cdot 1_{,606} - 0_{,114}} + \frac{1_{,25}\sqrt{1_{,606}}}{20}\right\} \cdot 4_{,11},$$
$$26_{,9}\, \{0_{,65} + 0_{,06}\} = \mathbf{19_{,10}}.$$

Hiernach bedarf man also pro Stunde und Pferd für die 40pferdige Maschine

mit Condensation	ohne Condensation
$13_{,46}$ Kilogramm,	$17_{,55}$ Kilogramm,

die 20pferdige Maschine

mit Condensation	ohne Condensation
$15_{,78}$ Kilogramm.	$19_{,10}$ Kilogramm.

Hiernach ist das Verhältnifs der erforderlichen Wasserverdampfung bei $3\frac{1}{2}$ Atmospären Ueberdruck und $\frac{1}{4}$ Füllung zwischen der

40pferdige 20pferdige

$$\frac{\text{Condensations-Maschine}}{\text{Maschine ohne Condensation}} = \frac{13_{,46}}{17_{,55}} = \frac{1}{1_{,30}} \quad \frac{15_{,78}}{19_{,10}} = \frac{1}{1_{,21}}.$$

Mit Rücksicht auf den Dampfverlust in den Röhrenleitungen giebt man etwa noch 5 Procent zu der berechneten Gewichtsmenge Dampf hinzu, so dafs man für die gewöhnlichen Verhältnisse setzen kann:

$$18_{,18} \cdot 1_{,05} = 19_{,10}$$

$$24)\quad \gamma_1 D_I = 19_{,10} \cdot d \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d \cdot \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{1_{,25} \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\} \cdot \mathfrak{A}_1^{\,0,94},$$

so dafs sich unter dieser Voraussetzung ergeben wird der Dampfverbrauch pro Stunde und Pferd, bei $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck und $\frac{1}{4}$ Füllung:

	mit Condensation	ohne Condensation
40pferdige Maschine	$14_{,13}$ Kilogramm,	$18_{,42}$ Kilogramm.
20 - -	$16_{,57}$ -	$20_{,06}$ -

§. 14.

Vergleich des Dampfverbrauches für Maschinen mit und ohne Condensation.

Wir wollen den Dampfverbrauch der Maschine mit Condensation und derjenigen ohne Condensation noch weiter verfolgen:

a) Wenn man Maschinen von demselben Durchmesser, derselben Volldruckspannung $\mathfrak{A}_1$ und derselben Füllung hat, die eine mit Condensation, die andere ohne Condensation, und wenn beide Maschinen dieselbe Nutzleistung haben sollen, so ist dies nach §. 8 möglich, wenn die Maschine ohne Condensation eine entsprechend gröfsere Geschwindigkeit hat, als die Maschine mit Condensation, und es ergab sich dort unter der sub a durchgeführten Berechnung das Verhältnifs der Geschwindigkeit:

$$\frac{v_0}{v} = \frac{d \cdot \mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}}{d \cdot \mathfrak{A}_{0m} - \mathfrak{R}_0}.$$

In diesem Fall wird sich der Verbrauch an verdampftem Wasser verhalten:

$$\frac{\dfrac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_{0m} - \mathfrak{R}_0} + \dfrac{1{,}25\sqrt{\mathfrak{A}_{0m}}}{N_n}}{\dfrac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \dfrac{1{,}25\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}} = \frac{\text{Maschine ohne Condensation}}{\text{Maschine mit Condensation}}.$$

Haben wir also z. B. die in §. 12 berechnete Condensations-Maschine von 40 Pferden, $0{,}40$ Meter Durchmesser, $0{,}25$ Füllung und $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck als Volldruckspannung und $1{,}4$ Meter Kolbengeschwindigkeit, und wir stellen die Condensation ab, so können wir die Maschine wieder auf 40 Pferde bringen, wenn wir sie mit der Geschwindigkeit:

$$v_0 = v\,\frac{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}}{d\mathfrak{A}_{0m} - \mathfrak{R}}$$

gehen lassen. Es ist aber für diesen Fall, wie die Rechnung im vorigen Paragraphen ergab, für Maschinen

mit Condensation	ohne Condensation
$\mathfrak{A}_m = 2{,}535$	$\mathfrak{A}_{0m} = 1{,}606$
$\mathfrak{R} = 0{,}264$	$\mathfrak{R}_0 = 0{,}114$
$d \cdot \mathfrak{A}_m = 1{,}014$	$d\mathfrak{A}_{0m} = 0{,}642$
$d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R} = 0{,}750$	$d\mathfrak{A}_{0m} - \mathfrak{R}_0 = 0{,}528$

$$v_0 = 1{,}4 \cdot \frac{750}{528} = 1{,}96.$$

Wenn nun dieselbe Maschine, aber ohne Condensation, jedoch mit einer Kolbengeschwindigkeit von $1{,}96$ Meter in der Secunde arbeitet, so wird sie wiederum 40 Pferde nutzbar machen. Der Dampfverbrauch wird aber sich verhalten nach der vorhin entwickelten Gleichung:

$$\frac{\left\{\dfrac{0{,}30}{0{,}528} + \dfrac{1{,}25\sqrt{1{,}606}}{40}\right\}}{\left\{\dfrac{0{,}30}{0{,}750} + \dfrac{1{,}25\sqrt{2{,}535}}{40}\right\}} = \frac{0{,}57 + 0{,}03}{0{,}40 + 0{,}05} = \frac{60}{45} = \frac{4}{3} = \frac{1\frac{1}{3}}{1}.$$

Die Maschine ohne Condensation würde also in diesem Beispiel, wenn man die Geschwindigkeit so weit steigert, dafs sie bei gleichem Kolbendurchmesser, gleicher Füllung und gleicher Volldruckspannung dieselbe Leistung giebt, wie die Maschine mit Condensation, $1\frac{1}{3}$ mal soviel Dampf verbrauchen, als letztere.

b) Nach der in §. 8 sub b gegebenen Darstellung kann man nach Abstellung der Condensation die Maschine auch ohne Steigerung der Geschwindigkeit dadurch auf die ursprüngliche Nutzleistung bringen, dafs man die Volldruckspannung steigert. Nach der dort entwickelten Darstellung ist dann die erforderliche Volldruckspannung:

$$\mathfrak{A}_0 = \mathfrak{A}_1 + \frac{0{,}929 \cdot d - 0{,}15}{d\vartheta - 0{,}023}.$$

Das Verhältnifs des Dampfverbrauches pro Stunde und Pferd wird nun sein:

$$\frac{\left\{\dfrac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_{0m} - \mathfrak{R}_0} + \dfrac{1{,}25 \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_{0m}}}{N_n}\right\}}{\left\{\dfrac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \dfrac{1{,}25 \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\}} \cdot \frac{\mathfrak{A}_{0m}^{\;0{,}94}}{\mathfrak{A}_m^{\;0{,}94}}.$$

In dem hier gewählten Beispiel ist:

$$\mathfrak{A}_0 = 4{,}5 + \frac{0{,}929 \cdot 0{,}40 - 0{,}15}{0{,}40 \cdot 0{,}609 - 0{,}023} = 4{,}5 + 1 = 5{,}5,$$

$$\mathfrak{A}_{0m} = \vartheta \cdot \mathfrak{A}_0 - 1{,}135 \text{ (Gl. 14)} = 0{,}609 \cdot 5{,}5 - 1{,}135 = 2{,}215,$$

$$\mathfrak{R}_0 = 0{,}023\,\mathfrak{A}_0 + 0{,}01 \text{ (Gl. 17)} = 0{,}137,$$

folglich das Verhältnifs der verbrauchten Wassermenge:

$$\frac{\left\{\dfrac{0{,}30}{0{,}40 \cdot 2{,}215 - 0{,}137} + \dfrac{1{,}25 \cdot \sqrt{2{,}215}}{40}\right\}}{\left\{\dfrac{0{,}30}{0{,}750} + \dfrac{1{,}25 \cdot \sqrt{2{,}535}}{40}\right\}} \cdot \frac{5{,}5^{\,0{,}94}}{4{,}5^{\,0{,}94}}$$

$$= \frac{0{,}40 + 0{,}05}{0{,}40 + 0{,}05} \cdot \frac{4{,}97}{4{,}11} = 1{,}21.$$

Die Maschine ohne Condensation wird also in diesem Beispiel, wenn man ohne Steigerung der Geschwindigkeit, nur durch Erhöhung der Volldruckspannung, aber bei gleicher Füllung und gleichem Kolbendurchmesser dieselbe Leistung erzielen will, $1{,}21$ mal soviel Dampf verbrauchen, als dieselbe Maschine mit Condensation.

c) Nach §. 8 sub c läfst sich endlich auch die Maschine mit Condensation, indem man die Condensations-Einrichtung abstellt, dadurch auf die ursprüngliche Leistung bringen, dafs man unter Beibehaltung der Geschwindigkeit und der Volldruckspannung ganz allein die Füllung ändert. Es folgt sodann der erforderliche Wirkungs-Coefficient nach der in §. 8 sub c entwickelten Gleichung:

$$\vartheta_0 = \vartheta + \frac{0{,}929\,d - 0{,}15}{d\mathfrak{A}_1}.$$

Hat man ϑ_0 bestimmt, so folgt:

$$\mathfrak{A}_{0m} = \vartheta_0\,\mathfrak{A}_1 - 1{,}135;\quad \mathfrak{R}_0 = 0{,}023\,\mathfrak{A}_1 + 0{,}01,$$

und das Verhältnifs des Dampfverbrauchs pro Stunde und Pferd ergiebt sich nun:

$$\frac{\dfrac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_{0m} - \mathfrak{R}_0} + \dfrac{1{,}25 \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_{0m}}}{N_n}}{\dfrac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \dfrac{1{,}25 \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}}.$$

In dem vorliegenden Beispiel einer 40pferdigen Maschine, welche bei $4\frac{1}{2}$ Atmosphären Totalspannung für den Volldruck und $\frac{1}{4}$ Füllung, bei $1{,}4$ Meter Kolbengeschwindigkeit einen Kolbendurchmesser von $0{,}40$ Meter hat, ergiebt sich nach Abstellung der Condensation, wenn man nur die Füllung steigert, um wieder 40 Pferde zu erzielen:

$$\vartheta_0 = 0{,}609 + \frac{0{,}929\,d - 0{,}15}{d\mathfrak{A}_1} = 0{,}609 + \frac{0{,}929 \cdot 0{,}40 - 0{,}15}{0{,}40 \cdot 4{,}5}.$$

$$\vartheta_0 = 0{,}732,$$

daher nach Tabelle §. 5 die Füllung, wenn man interpolirt:

für $\varepsilon = 0{,}40$;	$\vartheta = 0{,}768$;	$\vartheta = 0{,}732$
$= 0{,}35$;	$= 0{,}721$;	$= 0{,}721$
Differenz für $0{,}05$;	Differenz $0{,}047$;	Differenz $0{,}011$
- - $0{,}01$;	- $0{,}0094$;	- $\dfrac{0{,}011}{0{,}0094} = 1{,}17$,

also ist die erforderliche Füllung $0{,}35 + 0{,}0117 = 0{,}3617$, d. h. ε etwas über $0{,}36$.

Für den gefundenen Werth $\vartheta_0 = 0{,}732$ ist:

$$\mathfrak{A}_{0m} = 4{,}5 \cdot 0{,}732 - 1{,}135 = 1{,}793;\quad \mathfrak{R}_0 = 0{,}114,$$

also das Verhältnifs des Wasserverbrauchs:

$$\frac{\dfrac{0{,}30}{0{,}60} + \dfrac{1{,}25 \cdot \sqrt{1{,}793}}{40}}{\dfrac{0{,}30}{0{,}750} + \dfrac{1{,}25 \cdot \sqrt{2{,}035}}{40}} = \frac{0{,}50 + 0{,}04}{0{,}40 + 0{,}05} = \frac{54}{45} = 1{,}20.$$

Die Maschine ohne Condensation würde also in diesem Beispiel, wenn man die Kolbengeschwindigkeit und die Volldruckspannung ungeändert läfst, bei gleichem Kolbendurchmesser anstatt $0{,}25$ Füllung eine Füllung von $0{,}36$ erfordern

und dabei $1{,}20$ mal soviel Wasserdampf brauchen als die Maschine mit Condensation, wenn beide dieselbe Nutzleistung von 40 Pferden haben sollen.

Man sieht aus diesen Rechnungen, dafs es in dem hier beispielsweise behandelten Falle in Bezug auf den Dampfverbrauch fast ganz gleichgiltig ist, ob man nach Abstellung der Condensation, aber mit Beibehaltung der Kolbengeschwindigkeit von $1{,}4$ Meter der Maschine von $0{,}40$ Meter Durchmesser, welche bei Anwendung der Condensation bei $^1/_4$ Füllung und $4{,}5$ Atmosphären Volldruckspannung 40 Pferde hatte, dadurch wieder auf 40 Pferde bringt, dafs man unter Beibehaltung der Füllung die Volldruckspannung von $4{,}5$ auf $5{,}5$ Atmosphären steigert, oder indem man mit Beibehaltung der Volldruckspannung von $4{,}5$ Atmosphären die Füllung von $0{,}25$ auf $0{,}36$ steigert.

Würde man einfach die Condensation abstellen, ohne die Geschwindigkeit, die Füllung oder die Volldruckspannung zu ändern, so würden sich nach dem Rechnungsbeispiel in §. 7 verhalten:

$$\frac{\text{Leistung der Maschine ohne Condensation}}{\text{Leistung der Maschine mit Condensation}} = \frac{1{,}00}{1{,}41},$$

folglich würde die Maschine ohne Condensation jetzt nur nutzbar machen:

$$\frac{40}{1{,}41} = 28{,}4 \text{ Pferde.}$$

Der Dampfverbrauch pro Pferd und Stunde würde hier nach Gl. 24 sein:

$$0{,}40 \cdot 19{,}10 \left[\left(\frac{0{,}30}{0{,}40 \cdot 1{,}606 - 0{,}114}\right) + \frac{1{,}25 \sqrt{1{,}606}}{28{,}4}\right] \cdot 4{,}11$$
$$= 31{,}40 \cdot (0{,}57 + 0{,}06) = 31{,}40 \cdot 0{,}63 = 19{,}78 \text{ Kilogramm.}$$

Die Maschine ohne Condensation von $0{,}40$ Meter Durchmesser, $4{,}5$ Atmosphären Volldruckspannung, $1{,}4$ Meter Kolbengeschwindigkeit und $0{,}25$ Füllung leistet also nur $28{,}4$ Pferde und verbraucht pro Pferd und Stunde $19{,}78$ Kilogramm Wasser, während dieselbe Maschine mit Condensation 40 Pferde nutzbar macht, und pro Pferd und Stunde nur $14{,}13$ Kilogramm Wasser verbraucht.

§. 15.

Bestimmung des Verbrauches an Brennmaterial für die Stunde und für ein Pferd.

Um 1 Kilogramm Wasser von t_0 Grad in Dampf von t_1 Grad zu verwandeln, sind nach der Formel von Regnault erforderlich:

$$\delta = 606{,}5 + 0{,}305\, t_1 - t_0 \text{ Wärme-Einheiten.}$$

Wenn nun nach Gl. 23 die Gewichtsmenge Wasser, welche pro Stunde und Pferd verdampft werden mufs, $\gamma_1\, \mathfrak{D}_I$ Kilogramm beträgt, so sind pro Stunde und Pferd erforderlich:

$$\delta \cdot \gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I = (606{,}5 + 0{,}305\, t_1 - t_0) \cdot 19{,}10 \cdot d \cdot \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{\psi \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right)$$

Wärme-Einheiten.

Nach den Ermittelungen des Verfassers in dem Aufsatze „Ueber das Verhalten des Wasserdampfes bei seiner Wirkung in den Dampfmaschinen" (Zeitschrift für Bauwesen 1874 S. 25) kann man näherungsweise bis zur Spannung von 10 Atmosphären setzen, die Temperatur des Wasserdampfes

$$t_1 = 524 \cdot \mathfrak{A}_1^{0{,}06} - 424.$$

Setzt man diesen Werth in die Regnaultsche Gleichung, so entsteht:

$$\delta = 606{,}5 + 0{,}305\,(524\,\mathfrak{A}_1^{0{,}06} - 424) - t_0$$
$$= 159{,}8\,\mathfrak{A}_1^{0{,}06} + 606{,}5 - 129{,}3 - t_0$$
$$= 159{,}8\,\mathfrak{A}_1^{0{,}06} + 477{,}2 - t_0,$$

folglich:

$$\delta \cdot \gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I$$
$$= \mathfrak{A}_1^{0{,}94} \{1598\,\mathfrak{A}_1^{0{,}06} + 477{,}2 - t^0\}\, 19{,}10 \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\} \cdot d$$
$$= 3052{,}18\,\mathfrak{A}_1 d \left\{1 + \frac{477{,}2 - t_0}{159{,}8\,\mathfrak{A}_1^{0{,}06}}\right\} \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \frac{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\}$$
$$= 3052{,}18\,\mathfrak{A}_1 \cdot d \cdot \left\{1 + \frac{3 - 0{,}006\, t_0}{\mathfrak{A}_1^{0{,}06}}\right\} \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\}.$$

Für $\mathfrak{A}_1$ =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ist $\mathfrak{A}_1^{0{,}06}$ =	1,00	1,04	1,07	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15

Wir werden keinen grofsen Fehler machen, wenn wir durchschnittlich

$$\mathfrak{A}_1^{0{,}06} = 1{,}1$$

setzen, und dann entsteht:

$$\delta \cdot \gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I = \frac{3052{,}18}{1{,}1} \{1{,}1 + 3 - 0{,}006\, t_0\} \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\} \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot d$$
$$= 2777{,}5 \{4{,}1 - 0{,}006\, t_0\} \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot d \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\}.$$

$$25)\ \delta \cdot \gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I = 11388 \{1 - 0{,}0015\, t_0\} \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot d \cdot \left\{\frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n}\right\}.$$

Bezeichnen wir mit $\mathfrak{H}_a$ die absolute Heizkraft des zu verwendenden Brennmaterials und $\mathfrak{H}_n$ die nutzbar gemachte Heizkraft, so nennen wir das Verhältnifs:

$$\frac{\mathfrak{H}_n}{\mathfrak{H}_a} = \eta_h$$

die Ausnutzung der Heizkraft des Materials. Die absolute Heizkraft des reinen Kohlenstoffs ist 8080; d. h. durch Verbrennen eines Kilogramms reinen Kohlenstoffs werden 8080 Wärme-Einheiten frei. Nennen wir das Verhältnifs der absoluten Heizkraft irgend eines andern Brennmaterials zu derjenigen des reinen Kohlenstoffs die specifische Heizkraft, und bezeichnen dieselbe mit β, so ist für irgend ein Brennmaterial

$$\frac{\mathfrak{H}_a}{8080} = \beta; \quad \mathfrak{H}_a = 8080\beta.$$
$$\mathfrak{H}_n = \eta_h \cdot 8080\beta.$$

Wenn G_I die pro Stunde und Pferd erforderliche Menge Brennmaterial bezeichnet, so ist die Anzahl der in einer Stunde nutzbar gemachten Wärme-Einheiten:

$$G_I \cdot \eta_h \cdot 8080 \cdot \beta,$$

und diese mufs offenbar gleich sein der Anzahl der erforderlichen Wärme-Einheiten, folglich ist:

$$G_I \cdot \eta_h \cdot \beta = \delta \cdot \gamma_1\, \mathfrak{D}_I,$$

und durch Gleichung 25 folgt:

$$G_l = \frac{11388}{8080} \cdot \frac{1 - 0{,}0015\, t_0}{\eta_h \cdot \beta} \cdot \mathfrak{A}_1\, d \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{N}} + \frac{\psi \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\},$$

$$26)\quad G_l = \frac{1{,}41 \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot d}{\eta_h \cdot \beta} (1 - 0{,}0015\, t_0) \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{N}} + \psi \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\}.$$

Wenn man in den gewöhnlichen Fällen $\zeta = 0{,}05$ und $\psi = 1{,}25$ setzt, so ergiebt sich die pro Stunde und Pferd erforderliche Brennstoffmenge:

$$27)\quad G_l = \frac{1{,}41 \cdot \mathfrak{A}_1 \cdot d}{\eta_h \cdot \beta} \cdot (1 - 0{,}0015\, t_0) \cdot \left\{ \frac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{N}} + \frac{1{,}25 \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\}.$$

Nach dem in §. 13 gerechneten Beispiele ergeben sich für eine 40pferdige Maschine:

mit Condensation

$\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$ Atmosphären

$d = 0{,}40$

$\varepsilon = 0{,}25$

$\mathfrak{A}_m = 2{,}535$

$\mathfrak{N} = 0{,}264$

$$\frac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{N}} + \frac{1{,}25 \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} = 0{,}40 + 0{,}05$$

$$G_l = \frac{1{,}41 \cdot 0{,}40 \cdot 4{,}5}{\eta_h \cdot \beta} (1 - 0{,}0015\, t_0) \cdot 0{,}45$$

$$= \frac{1 - 0{,}0015\, t_0}{\eta_h \cdot \beta} \cdot 6{,}345 \cdot 0{,}180$$

$$= 1{,}142 \cdot \frac{1 - 0{,}0015\, t_0}{\eta_h \cdot \beta}.$$

ohne Condensation

$\mathfrak{A}_1 = 4{,}5$ Atmosphären

$d = 0{,}48$

$\varepsilon = 0{,}25$

$\mathfrak{A}_m = 1{,}606$

$\mathfrak{N} = 0{,}114$

$$\frac{\varepsilon + 0{,}05}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{N}} + \frac{1{,}25 \cdot \sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} = 0{,}46 + 0{,}03$$

$$G_l = \frac{1{,}41 \cdot 0{,}48 \cdot 4{,}5}{\eta_h \cdot \beta} \cdot (1 - 0{,}0015\, t_0) \cdot 0{,}49$$

$$= \frac{1 - 0{,}0015\, t_0}{\eta_h \cdot \beta} \cdot 6{,}345 \cdot 0{,}235$$

$$= 1{,}492 \cdot \frac{1 - 0{,}0015\, t_0}{\eta_h \cdot \beta}.$$

Die Ausnutzung der Heizkraft η_h ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur im Brennraum und derjenigen, mit welcher die Producte der Verbrennung die Heizfläche des Kessels verlassen, ferner von dem Verhältnifs der Wärmemenge, welche von der Kesselfläche aufgenommen wird, zu derjenigen, welche durch das Mauerwerk und die Wandung des Kessels durch Abkühlung verloren geht.

Ist

t_b die Temperatur im Brennraum,

t_s die Temperatur, mit welcher die Producte der Verbrennung die Heizfläche verlassen,

t_w die Temperatur des Kesselwassers, —

und setzt man:

$$(t_s - t_w) = \mu (t_b - t_w),$$

also

$$\mu = \frac{t_s - t_w}{t_b - t_w},$$

und setzt man die Ausnutzung der Heizfläche

$$\eta_0 = \frac{\text{Wärmemenge, welche von der Heizfläche an das Kesselwasser übertragen wird}}{\text{Gesammte von den Brenngasen abgegebene Wärmemenge}},$$

so kann man näherungsweise schreiben:

$$\eta_h = \eta_0 (0{,}86 - 0{,}9\, \mu).$$

Der Nachweis des Zusammenhanges dieser Werthe, sowie die Entwickelung derselben mufs einem besonderen Aufsatz vorbehalten bleiben, in welchem namentlich gezeigt werden soll, in welcher Weise μ von der Gröfse und Beschaffenheit der Heizfläche, des Schornsteins u. s. w. abhängig ist.

Für $\mu =$			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
ist hiernach: $\frac{\eta_h}{\eta_0} =$			0,77	0,68	0,59	0,50	0,41	0,32
und für:								
$\eta_0 =$	0,95	η_h	0,73	0,65	0,56	0,47	0,39	0,30
$\eta_0 =$	0,90	η_h	0,69	0,61	0,53	0,45	0,37	0,29
$\eta_0 =$	0,80	η_h	0,62	0,54	0,47	0,40	0,33	0,26

Für die bestconstruirten Feuerungen ist η_h selten gröfser als $0{,}75$,

für recht gute Feuerungen ist $\eta_h = 0{,}65$,

- gewöhnlich gute Feuerungen ist $\eta_h = 0{,}60$,

- wenig gute Feuerungen doch nicht unter $0{,}45$

zu rechnen.

Ferner ist die specifische Heizkraft nach den Feststellungen des Verfassers, deren Darlegung einem andern Aufsatz vorbehalten bleiben mufs, etwa wie folgt anzunehmen:

lufttrockenes Holz	$\beta = 0{,}3$	bis $0{,}35$,
lufttrockener Torf	- $0{,}36$	- $0{,}44$,
lufttrockene Braunkohle	- $0{,}37$	- $0{,}47$,
gedörrte Braunkohle	- $0{,}62$	- $0{,}77$,
Torfkohle	- $0{,}69$,	
Holzkohle	- $0{,}80$	- $0{,}87$,
Kokes	- $0{,}85$,	
gewöhnliche Steinkohle (Sandkohle)	- $0{,}76$,	
gute Steinkohle (Sinterkohle) . .	- $0{,}81$,	
beste Steinkohle (Backkohle) . .	- $0{,}87$,	
Anthracit	- $1{,}01$.	

Für gute Steinkohlen ($\beta = 0{,}81$) und für eine recht gute Feuerungsanlage $\eta_h = 0{,}65$ würde sein:

$$\eta_h \cdot \beta = 0{,}53,$$

folglich würde man pro Stunde und Pferd verbrauchen für die oben berechnete Maschine von 40 Pferden:

Maschine mit Condensation

$$G_l = 2{,}16 (1 - 0{,}0015\, t_0) \text{ Kilogramm};$$

Maschine ohne Condensation

$$G_l = 2{,}81 (1 - 0{,}0015\, t_0) \text{ Kilogramm}.$$

§. 16.

Bestimmung des erforderlichen Brennmaterials aus der zu verdampfenden Wassermenge. — Wassermenge, welche pro Gewichtseinheit Brennmaterial verdampft wird. — Brennmaterialienmenge, welche zur Gewichtseinheit Wasser erforderlich ist.

Wir bezeichnen mit:

$\mathfrak{D}_g$ das Gesammtgewicht des in einer Stunde zu verdampfenden Wassers, ferner mit

$\mathfrak{B}$ das Gesammtgewicht des in einer Stunde zu verbrennenden Materials.

Es ist, wenn die Maschine N_n Pferde nutzbar machen soll:

$$\mathfrak{D}_g = N_n \cdot \gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_l \quad \text{(Gl. 24)}$$
$$\mathfrak{B} = N_n \cdot G_l \quad \text{(Gl. 26)},$$

daher ist die für eine Gewichtseinheit Brennmaterial verdampfte Wassermenge:

$$\frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} = \frac{\gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_l}{G_l},$$

und die für eine Gewichtseinheit Wasser erforderliche Gewichtsmenge Brennmaterial:

$$\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{D}_g} = \frac{G_l}{\gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_l}.$$

Setzt man für $\gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_l$ und G_l die Werthe der Gleichungen 24 und 26, so entsteht:

$$\frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} = \frac{19{,}_{10}\,\mathfrak{A}_1^{0{,}94}}{1{,}_{41}\,\mathfrak{A}_1\,(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)} \cdot \eta_h \cdot \beta$$
$$= \frac{19{,}_{10}}{1{,}_{41}\,\mathfrak{A}_1^{0{,}06}} \cdot \eta_h \cdot \beta : (1 - 0{,}_{0015}\,t_0).$$

Wenn man, wie in §. 15 nachgewiesen worden, wieder setzen kann:

$$\mathfrak{A}_1^{0{,}06} = 1{,}_{11},$$

so entsteht die pro Gewichtseinheit Brennmaterial verdampfte Wassermenge:

$$\frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} = \frac{19{,}_{10}}{1{,}_{41} \cdot 1{,}_{11}\,(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)} \cdot \eta_h \cdot \beta$$
$$= \frac{19{,}_{10}}{1{,}_{55}\,(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)} \cdot \eta_h \cdot \beta$$

28) $$\frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} = \frac{12{,}_{32}}{(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)} \cdot \eta_h \cdot \beta,$$

und folglich die pro Gewichtseinheit Dampf erforderliche Menge Brennmaterial:

29) $$\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{D}_g} = \frac{0{,}_{0812}}{\eta_h \cdot \beta} \cdot (1 - 0{,}_{0015}\,t_0).$$

Wäre z. B. wie beim letzten Beispiel in §. 15 $\eta_h \cdot \beta = 0{,}_{53}$, so würde man mit 1 Kilogramm Kohlen $\frac{12{,}_{32} \cdot 0{,}_{53}}{(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)}$ $= \frac{6{,}_{529}}{(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)}$ Kilogramm Wasser verdampfen, und für jedes Kilogramm Wasser würde erforderlich sein: $\frac{0{,}_{0812}}{0{,}_{53}}$ $\cdot (1 - 0{,}_{0015}\,t_0) = 0{,}_{153} \cdot (1 - 0{,}_{0015}\,t_0)$ Kilogramm Kohlen.

Folglich würde nach den Berechnungen in §. 13 bei Gl. 24 erforderlich sein, für die

40pferdige Maschine mit Condensation
pro Stunde und Pferd $2{,}_{16}\,(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)$
20pferdige - - - - $2{,}_{54}\,(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)$
40pferdige Maschine ohne Condensation
pro Stunde und Pferd $2{,}_{81}\,(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)$
20pferdige - - - - $3{,}_{06}\,(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)$

Kilogramm gute Steinkohlen (Sinterkohle).

Der Factor $(1 - 0{,}_{0015}\,t_0)$ bezieht sich auf die Temperatur t_0, mit welcher das Speisewasser in den Kessel tritt.

§. 17.

Bestimmung der erforderlichen Menge Einspritzwasser für Condensationsmaschinen.

Von dem in §. 13 bestimmten Dampfverbrauch einer Condensations-Maschine gelangt nur ein geringer Theil, welcher durch Undichtigkeiten etc. entweicht, oder verloren geht, nicht in den Condensator; wenn es sich jedoch darum handelt, die erforderliche Menge des Einspritzwassers für die Condensation zu bestimmen, so sieht man von dieser geringen Dampfmenge ab, und setzt voraus, dafs die gesammte verdampfte Wassermenge wieder zurück in Wasser verwandelt werden soll. Dieselbe Zahl von Wärmeeinheiten, welche erforderlich war, um den Dampf zu bilden, mufs demselben entzogen werden, um ihn zu condensiren.

Freilich verliert der Dampf durch Verrichtung der Expansionsarbeit an Temperatur und Spannung; d. h. die Temperatur, welche der Dampf nach der Expansion hat, ist geringer, als diejenige, mit welcher derselbe in den Cylinder eintritt und seine Volldruckarbeit verrichtet. Die Wärmemenge, welche der expandirte Dampf enthält, ist also geringer, und bei der Bestimmung der Menge des erforderlichen Condensationswassers ist hierauf Rücksicht zu nehmen.

Ist

$\mathfrak{A}_1$ die Volldruckspannung des Dampfes bei dem Volumen $\mathfrak{Q}_1$,

$\mathfrak{A}$ die Spannung bei dem Schlufsvolumen $\mathfrak{Q}$,

so existirt die Beziehung:

$$\frac{\mathfrak{A}}{\mathfrak{A}_1} = \left(\frac{\mathfrak{Q}_1}{\mathfrak{Q}}\right)^n.$$

Nach §. 1 ist:

$$\frac{\mathfrak{Q}_1}{\mathfrak{Q}} = \frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta},$$

und nach den Entwickelungen des Verfassers in dem mehrfach erwähnten Aufsatze (Zeitschrift für Bauwesen 1874 Seite 24) ist

$$n = 1{,}_{0643}$$

zu setzen, wofür wir abgerundet schreiben:

$$\mathfrak{A} = \mathfrak{A}_1 \left(\frac{\varepsilon + \zeta}{1 + \zeta}\right)^{1{,}06} = 0{,}_{95} \cdot \mathfrak{A}_1\,(\varepsilon + \zeta)^{1{,}06}.$$

Da für Werthe von ε, welche kleiner sind als 1, der Werth $0{,}_{95}\,(\varepsilon + \zeta)^{1{,}06}$ kleiner wird als $(\varepsilon + \zeta)$, so können wir ohne erheblichen Fehler für den vorliegenden Zweck setzen:

$$\mathfrak{A} = (\varepsilon + \zeta) \cdot \mathfrak{A}_1,$$

wodurch wir die Spannung $\mathfrak{A}$ und folglich die erforderliche Menge des Condensationswassers etwas zu grofs bekommen werden.

Setzen wir nun in die Gleichung 25, welche die Zahl der Wärmeeinheiten angiebt, die erforderlich ist, um aus Wasser von t_0 Grad Dampf von $\mathfrak{A}_1$ Atmosphären zu erzeugen, für t_0 die Temperatur t_c, bis zu welcher der erzeugte Dampf abgekühlt werden soll, und für $\mathfrak{A}_1$ die Spannung $\mathfrak{A} = (\varepsilon + \zeta)\,\mathfrak{A}_1$, welche der am Schlusse des Kolbenhubes vorhandene Dampf noch besitzt, so erhält man die Zahl der Wärmeeinheiten, welche dem Dampf entzogen werden müssen, um Wasser von der Temperatur t_c zu erhalten.

Bezeichnet noch:

E_I die Gewichtsmenge des pro Pferd und Stunde erforderlichen Einspritzwassers und

t_e die Temperatur desselben,

so mufs die Beziehung bestehen:

$$E_I \cdot (t_c - t_e) = 11388 \{1 - 0{,}0015\, t_c\} \cdot \mathfrak{A}_1 d \cdot (\varepsilon + \zeta) \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N} \right\} = \delta \cdot \gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I \cdot \frac{1 - 0{,}0015\, t_c}{1 - 0{,}0015\, t_0} \cdot (\varepsilon + \zeta).$$

30)
$$E_I = \frac{\delta \cdot \gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I}{t_c - t_e} \cdot \frac{667 - t_c}{667 - t_0} \cdot (\varepsilon + \zeta)$$
$$= \frac{11388}{t_c - t_e} \cdot \frac{667 - t_c}{667 - t_0} \cdot (\varepsilon + \zeta) \cdot \mathfrak{A}_1 d \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \cdot \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\}.$$

Nun war nach Gl. 24 die Gewichtsmenge des verdampften Wassers, also auch diejenige, welche zu ihrer Verdampfung die in Gl. 25 bestimmte Anzahl von Wärmeeinheiten erfordert:

$$\gamma_1 \mathfrak{D}_I = 19{,}10 \cdot d \cdot \mathfrak{A}_1^{0{,}91} \cdot \left\{ \frac{\varepsilon + \zeta}{d\mathfrak{A}_m - \mathfrak{R}} + \psi \frac{\sqrt{\mathfrak{A}_m}}{N_n} \right\},$$

folglich ist für jedes Kilogramm verbrauchten Dampfes die erforderliche Menge Einspritzwasser:

31)
$$\frac{E_I}{\gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_1} = \frac{596{,}2 \cdot \mathfrak{A}_1^{0{,}06}}{(t_c - t_e)} \cdot \frac{667 - t_c}{667 - t_0} \cdot (\varepsilon + \zeta),$$

und wenn man wieder nach Anleitung des §. 15 Gl. 25 für $\mathfrak{A}_1^{0{,}06}$ den Werth $1{,}1$ setzt, so entsteht:

$$\frac{E_I}{\gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I} = \frac{655{,}8}{t_c - t_e} \cdot \frac{667 - t_c}{667 - t_0} \cdot (\varepsilon + \zeta).$$

Hierin bezeichnet:

t_0 die Temperatur des Speisewassers des Kessels.

Setzen wir annähernd $t_c = t_0$, so entsteht:

32)
$$\frac{E_I}{\gamma_1 \cdot \mathfrak{D}_I} = \frac{596{,}2\, \mathfrak{A}_1^{0{,}06}}{t_c - t_e} \cdot (\varepsilon + \zeta)$$
resp.
$$\frac{E_I}{\gamma_1 \mathfrak{D}_I} = \frac{656}{t_c - t_e} \cdot (\varepsilon + \zeta).$$

Wenn z. B. die Temperatur im Condensator $t_c = 40$ Grad, die des Einspritzwassers $t_e = 15$, also $t_c - t_e = 25$, so würde erforderlich sein für jedes Kilogramm verbrauchten Dampfes:

$$\frac{E_I}{\gamma_1 \mathfrak{D}_I} = 26{,}24 \cdot (\varepsilon + \zeta) \text{ Kilogramm Einspritzwasser von 15 Grad.}$$

Bei der Berechnung einer neu zu construirenden Maschine hat man das Erfordernifs an Einspritzwasser immer möglichst reichlich zu bemessen. Man hat also für ε in Gl. 31 jedenfalls die höchste Füllung, mit welcher man arbeiten will, für t_e die höchste Temperatur, welche das Einspritzwasser haben kann, und für t_c die kleinste Temperatur, welche man im Condensator gestatten will, einzusetzen.

Zu bemerken ist noch, dafs der Factor $(\varepsilon + \zeta)$ in Gl. 30 und 31 dadurch eingeführt worden ist, dafs bei der Berechnung des erforderlichen Einspritzwassers die Abkühlung des Dampfes während der Expansion in Betracht gezogen worden ist.

(Schlufs folgt.)

Ueber den Backstein.

(Fortsetzung zu S. 233 u. ff. des Jahrgangs 1877.)

f. Die italienische Backsteinarchitektur.

Ein anderes Bild der Kunstentfaltung entrollt sich vor uns, wenn wir den Blick südwärts richten nach dem Lande, welches der letzte Schauplatz antiker Gröfse und Schönheit im Abendlande gewesen war, nach dem Lande, welches von jeher die Sehnsucht der germanischen Völker gefesselt hat. — Zwar das Volk der Römer war verkommen und entartet; widerstandslos sah es die Stürme barbarischer Völker immer wieder von Neuem über sich hinfluthen, seine ererbten Schätze rauben, welche die Jahrhunderte dauernde Beherrschung und Aussaugung der Welt im Uebermaafse zusammengehäuft hatte, seine Tempel und Paläste, seine Bilder und Statuen zerstören. — Aber es erwuchs allgemach dennoch ein neues Geschlecht aus der Mischung der Altangesessenen und der fremden Eroberer, aus antiker Bildung und germanischer Urkraft. — Unter dem Schutze der nicht zu ertödtenden, auch die rohen aber bildungsfähigen Eroberer beherrschenden Formen altrömischen Lebens, begünstigt durch den sittigenden Einflufs der mehr und mehr erstarkenden Kirche entstanden in Italien zuerst unter den neugebildeten Staaten des Abendlandes wieder geordnete Zustände, erhoben sich die Bewohner zu Wohlstand und Bildung, erblühten Wissenschaft und Kunst. — War Rom selbst auch tief gesunken, grofsentheils nur von verkommenem Gesindel bewohnt, so hatten sich doch andere Städte bereits in den ersten Jahrhunderten nach dem Untergange des römischen Reiches emporgerafft, ein neues, reiches, frisches Leben erblühte namentlich in den oberitalienischen Städten, wo das Volk, stärker vermischt mit germanischem Blute, in eigenartiger Kraft neuen Zielen der Bildung zustrebte. — Als Erbtheil der klassischen Zeiten hatte sich im Volke ein lebhafter, feuriger Sinn für das Schöne und ein hervorragendes Geschick für bildende Kunst erhalten; beide bethätigten sich nach Jahrhunderten trauriger Verkommenheit dennoch wieder in reichen, köstlichen Kunstschöpfungen und ihnen verdankt auch der Backsteinbau eine neue Phase der Entwickelung. — So viel freie Städte und Gemeinwesen emporkamen, so viele Brennpunkte der Kunst entstanden; und neben Florenz und Venedig waren es nicht zum Wenigsten die reichen Städte der oberitalischen Ebene, welche den Po begleitet und sich dann östlich vom Apenin an der Adria hinzieht, waren es Mailand, Pavia, Piacenza, Cremona, Mantua, Verona, Padua, Ferrara, Modena, Bologna, Faenza, Ravenna, Rimini und viele andere Städte, in denen die Kunst neue und herrliche Blüthen trieb. — Hier in der fruchtbaren Ebene war der Ziegel das hauptsächlichste, von der Natur

dargebotene Baumaterial; aber darin allein lag nicht die Veranlassung zu einer so hohen Entwickelung der Backsteinarchitektur, denn nirgends sind die an trefflichen Bausteinen reichen Gebirge so weit entfernt, dafs man nicht Haustein wenigstens zur Verblendung, sowie zu Gesimsen und Säulen hätte herbeischaffen können. — Die Ursache lag in Anderem.

Ein hervorstechender Charakterzug der Italiener des Mittelalters zeigt sich in ihrer feurigen, leidenschaftlichen Liebe zur Vaterstadt. Die Heimath mit den Namen berühmter Männer, die ihr durch Geburt oder Wirksamkeit angehören, seien es Heilige, Helden, Gelehrte, Künstler, zu schmücken, — ihre Stadt mit Kunst- und Bauwerken von hervorragender Bedeutung zu verherrlichen, war den Stadtbehörden wie jedem einzelnen Bürger Pflicht und Freude, Gemeinden und Familien, Adelsgeschlechter wie Zunftgenossen brachten die gröfsten Opfer, selbst bis zur Erschöpfung, um diesem Drange genug zu thun. — Wenn die reichsten Städte mit Gold und kostbaren geschliffenen Steinen prunkten, wie Venedig, oder in gewaltigen Riesenbauten ihre Bedeutung zu zeigen suchten, wie das mächtige Florenz, so trachteten die Städte, deren Mittel nicht ausreichend waren, um es diesen gleich zu thun, danach, wenigstens intensiv durch den Kunstwerth sich ihnen gleich zu stellen, und überboten darin häufig genug ihre stolzen, reichen und mächtigen Nebenbuhlerinnen. — Für diesen Zweck aber bot sich in dem vorzüglichen aber weniger kostbaren Backsteinmaterial ein sehr willkommenes Mittel dar, und wenn die Backsteinarchitektur in Italien zu einer so hohen Ausbildung gelangte, wie wohl nie vorher, so hat die feurige Liebe des Italieners zur Vaterstadt, die Ruhmbegierde desselben für seine Heimath nicht den kleinsten Antheil daran.

Die Entwickelung der Architektur ging in Italien andere Bahnen, als im germanischen Norden. — Man hatte in Bezug auf die Kunstformen keine Tabula rasa vor sich, auf welcher die nothwendigen Formen ganz neu gebildet werden mufsten. — Eine uralte Tradition gab sichere Anhaltspunkte für die Neugestaltung. So viele Denkmäler auch in den Völkerstürmen vernichtet waren, so blieb doch noch genug übrig, um auf die nachlebenden Geschlechter, die unter den Ruinen wandelten, noch mächtig einzuwirken. — Der Sinn für die Schönheit der antiken Formen starb nie aus oder wurde immer wieder von Neuem erweckt, zu jeder Zeit war man begeistert für die vollendete Wohlgestalt der antiken Säule, die man in zahllosen Exemplaren aus dem Schutte der Ruinen hervorholte, um sie zu neuen Bauwerken zu verwenden. — Zwar pafsten die nach dem hellenischen Canon gebildeten Bautheile nicht zu den neu erstehenden romanischen Raumformen, es bestand ein innerer Widerspruch zwischen antikem Gebälk und romanischen Gewölben; — aber diesen Widerspruch empfand man nicht als solchen; schon die römische Architektur war daran gewöhnt gewesen, die hellenischen Gebälkformen nur als einen decorativen Schmuck grofser Mauermassen zu behandeln. In diesem Sinne fuhr man fort, und bildete sich dabei auch kein specifisch neuer Baustyl, blieb die Phantasie auch unter dem Banne der Tradition, so wurde doch das Verständnifs für die Schönheit der antiken Bauformen um so lebendiger erhalten. — Für die Decoration trat ein neues Moment hinzu, das Streben nach malerischer Wirkung, welches vorzugsweise in Bekleidungen der Wände mit farbigen Steinen in geometrischen Mustern sich kundgab, eine Weise, welche in Venedig zum prunkvollsten Luxus ausartete.

Diese Hinneigung zum Malerischen fand reiche Nahrung besonders im Backsteinbau, welcher durch die bei der Fabrikation des Ziegels herstellbare Mehrfarbigkeit wie in dem Schema des Verbandes zu einer mosaikartigen Behandlung der Mauerflächen einlud. — Aufserdem aber wirkte auf die eigenthümliche Ausbildung der Backsteinarchitektur günstig, was auf den ersten Blick sie zu erschweren schien: die Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit, das antike Formenschema im Backsteinbau durchzuführen. — Denn Säulen und horizontale Gebälke ebenso wie Pilaster und korinthisirende Archivolten vertrugen sich schlecht mit der Ziegelconstruction. — Man war daher von vorn herein auf ein unabhängig von der antiken Tradition sich gestaltendes Formensystem angewiesen und sah sich so durch den Einflufs des Materials in neue Bahnen gewiesen. — Dies mag auch die Veranlassung gewesen sein, dafs das Gothische leichter im Backsteinbau der oberitalischen Ebene Eingang fand und sich hier ganz besonders festsetzte. — Aber es war doch eine ganz andere Gothik, als die, welche sich in Frankreich entwickelt hatte, welche in Deutschland zur Blüthe kam. — Von der Symbolisirung des religiösen Spiritualismus, der die Sinnesrichtung in den germanischen Ländern bezeichnet, kann bei der italienischen Gothik keine Rede sein; die gothischen Formen wurden nach ihrer kunstsymbolischen Bedeutung in Italien nicht verstanden, die Begeisterung für die zum Himmel strebende, in den Wolken verschwindende, gleichsam sich selbst aushauchende Thurmpyramide blieb dem Italiener unverständlich, der die kirchlichen Formen und Ceremonien zwar aus alter Gewohnheit übt, sie auch wie ein altes Erbstück liebt und hochschätzt, aber mit dem Fliehen des Irdischen es nicht so ernst meint. — Die gütige Mutter Erde bietet dem Sohne des fruchtbaren Landes unter den glücklichsten klimatischen Verhältnissen so viel des frohen Genusses, ohne schwere Anstrengungen und Entbehrungen als Preis ihrer Gaben zu verlangen, dafs er ein Bedürfnifs, sich in die Freuden eines erhofften Jenseits zu träumen, in mystischen Formen zu schwärmen, weder kennt noch versteht. — Die hohen überschlanken Verhältnisse des gothischen Kirchenschiffes harmonirten daher mit seiner Gemüthsstimmung ebenso wenig, wie die Auflösung der Wände in magisch durchleuchtete, in einem geheimnifsvollen Zauber von Licht und Aether schwimmende Glasbilder. — Er mag der schattenden Wände, des weitragenden Dachrandes nicht entbehren, er liebt eine Ausbildung der Bauformen, durch welche das Bauwerk enger an die feste Erde gebunden, schärfer gegen Wolken und Himmel abgegrenzt erscheint.

Hauptsächlich als Constructionsform kam der gothische Styl nach Italien, als eine besondere Form des gewölbten Langschiffbaues, aber Plan und Aufbau mufsten sich bald den italienischen Bedürfnissen anbequemen. — Die enge Pfeilerstellung wurde erweitert, es entstanden breiträumige Hallen, die Kreuzung weitete sich zum Achteck aus und wurde durch die hochragende Kuppel überspannt, welche auch im Aeufseren so dominirende Stellung gewann, dafs schlanke Thürme, in Pyramiden endigend, neben ihr bedeutungslos erscheinen mufsten. — So gestalteten alle Verhältnisse sich

breiter, die Horizontale gelangte wieder mehr zur Herrschaft, die Spitzbogen werden breiter, nähern sich dem Halbkreise, die Ziergiebel darüber enden in stumpferem Winkel, mit Vorliebe werden Nischen und Bogenöffnungen in längeren Reihen angewandt, der ganze Bau erhält ein mehr heiteres, weniger ernstfeierliches Gepräge. — Aufserdem wurde der gesammte symbolisirende Schmuck des nordisch-gothischen Baues mit seinen luftigen Fialenriesen und Ziergiebeln, mit Schwebebögen und Bekrönungsgallerien, Kantenblumen und Kreuzblumen nur in ganz willkürlicher, decorativer Weise übertragen, als ein buntes, wirkungsvolles, äufserliches Decorationsmittel behandelt; — man verstand eben den tieferen Sinn dieses ganzen Ausschmückungsapparates nicht. — Trotz alledem üben aber die italienisch-gothischen Bauwerke eine durchaus wohlthuende Wirkung aus, und es liegt dies nicht zum Wenigsten darin, dafs die italienische Gothik den festen Boden der Realität niemals unter sich verlor, dafs sie vor den Ausschreitungen bewahrt blieb, welche die vollständige Ausartung der nordischen Gothik im 15. Jahrhunderte herbeiführte. Auf den breiteren Wandflächen behielten die Schwesterkünste, Plastik und Malerei, vollständig Raum, sich frei zu entfalten, auch bei dem gröfsesten, in verschwenderischer Fülle sich ergehenden Reichthume der Decoration bleibt ihnen vollständig ihr Recht gewahrt.

Wenn diese Charakteristik die gesammte mittelalterliche und speciell gothisirende Baukunst Italiens kennzeichnet, so gilt sie doch ganz vorzugsweise für die Backsteinbauten, und es ist bemerkenswerth, dafs hierbei der italienischen Auffassung der gothischen Bauweise die Eigenthümlichkeit des Materials gewissermaafsen entgegenkommt. — Bereits bei Betrachtung der norddeutschen gothischen Ziegelbauten wurde darauf hingewiesen, wie der Ziegelbau aus constructiven Rücksichten zur Beibehaltung gröfserer Mauerflächen, zum stärkeren Hervorheben der Horizontallinien, zum Vermeiden der luftigen Durchbrechungen Veranlassung gab. — Aehnliche Forderungen wurden an die italienische Bauweise gestellt, aber nicht vorzugsweise aus constructiven Veranlassungen (denn der mildere italienische Winter wirkt viel weniger zerstörend), sondern weil Gewohnheit und Herkommen es so verlangten, weil eine derartige Baugestaltung der Gewohnheit, dem Herkommen, der allgemeinen Empfindung des Volkes entsprach, nicht blos an Backsteinbauten, sondern überhaupt an allen Bauwerken. — So wirkten verschiedene Ursachen bei ganz verschiedener Sinnesart der Völker auf ähnliche Auffassungen in der Kunstgestaltung hin. — Einige andere Umstände traten aber noch hinzu, um die italienische Weise des Backsteinbaues formenreicher und belebter zu gestalten. — Es ist dies zunächst die gröfsere Gunst des Klimas, welche die Beschränkung auf die kleinen Formen des Vollziegels nicht zur Nothwendigkeit machte, sondern die Anwendung hohl geformter Baustücke gestattete. — Wenn man in Bezug auf die Gröfse der einzelnen Baustücke dabei immerhin auch noch vielen Beschränkungen unterworfen blieb, so trat die gesammte Formengebung derjenigen aus Haustein doch näher, der Umkreis der herstellbaren Formen wurde bedeutend erweitert, die Phantasie des Architekten konnte sich in freieren Bahnen bewegen, sah sich weniger eingeschränkt in die Fesseln eines enge Grenzen ziehenden Materials.

Ein anderer günstig wirkender Umstand ist mehr ideeller Natur; es ist der angeborene Kunst- und Formensinn des Italieners, das Erbtheil des Blutes aus einer untergegangenen Epoche, welches den Enkeln geblieben war, welches die Hand des werkthätigen Künstlers führte und in jedem Einzelnen des Volkes sich als Freude an der schönen Form kundgab.

Unter diesen Einflüssen, zu denen noch hinzutrat, dafs das Volk durch das Anschauen der antiken Baureste an den Anblick schöner Formen gewöhnt war und daraus eine unbewufste Reife des Urtheils schöpfte, bildete sich eine Backsteinarchitektur von höchster Feinheit und von höchstem Reichthum aus. Kirchliche und Profanarchitektur sind in Italien niemals so streng gesondert gewesen, wie im germanischen Norden, dieselben Formen wurden an Kirchen, wie an Staatsgebäuden und Privatpalästen verwendet, vorzugsweise aber blühte die Backsteinarchitektur an den städtischen, öffentlichen und Privatgebäuden. — Das bildsame Material führte zu einer Lebendigkeit und zu einem Reichthum der Formen, die man in der Steinarchitektur nicht kannte, die Bogenlaibungen der Thüren und Fenster, wie zahlreicher Figurennischen, die Friese und Gesimse treten in einer bewundernswerthen Feinheit und Zierlichkeit, Vielgestaltigkeit und Ueppigkeit auf, welche durch die im Materiale liegende Nothwendigkeit, die Gröfse der Einzelformen in gewissen Grenzen zu halten, nur noch gesteigert wurde. — Manche Palastfaçaden und Säulenhöfe wirken geradezu berauschend; ihren Werth erkannten und verstanden die Italiener wohl, sie waren stolz auf ihre Werke und rühmten sie laut vor aller Welt, ehrten und rühmten ebenso die Künstler, welche sie geschaffen hatten.

Die gothische Weise hatte im Backsteinbau so festen Fufs gefafst, dafs, als von Florenz aus mit Brunelleschi's grofser That die gewaltige Umwälzung der Renaissance ausging und bald ganz Italien ergriff, die Backsteingegenden lange und hartnäckig widerstanden, indem sie an ihrer gothischen Weise mit grofser Zähigkeit festhielten.

Dies mag indessen auch dadurch begründet gewesen sein, dafs die Renaissance bei ihrem ersten Auftreten sich in so wuchtige, schwere Formen kleidete, dafs nur der Haustein, nicht aber der Backstein ihr folgen konnte. — Aber gleichzeitig mit dem Erwachen der neuen Kunst- und Bauweise begab sich eine vollständige Umwandelung aller Lebensformen; dieser vermochte auf die Dauer Nichts zu widerstehen, auch der Backsteinbau nicht, und derselbe übte schliefslich seinerseits eine sehr wesentliche und wohlthuende Rückwirkung auf die Formenbildung der Architektur aus.

Ein wesentliches Moment in der Architektur der Renaissance bestand in der Wiederbelebung der antiken Formen, in der strengen und ausschliefslichen Anwendung derselben unter bewufster Verzichtleistung auf eigene Erfindung neuer Bildungen. Denn die Schönheit der antiken Formen galt als eine so absolute, war so allgemein anerkannt, dafs die eigene Erfindung von Schönerem und Besserem für unmöglich erachtet wurde. — Da man aber für das moderne Bedürfnifs nicht antike Gebäude in ihrer Gesammtgestaltung reproduciren konnte, so mufste man sich darauf beschränken, das alte Formenschema den neuen Raumbedürfnissen

anzupassen. — Da nun aber das Backsteinmaterial einer treuen Nachbildung der antiken Formen die gröfsten Schwierigkeiten entgegenstellt — wie dies weiter unten näher entwickelt werden soll, — so ist die Scheu, auch die Formenbildung der Backsteingesimse in die Fesseln des Schemas der antiken Säulenordnungen zu zwängen, wohl sehr erklärlich. Nachdem aber der Versuch erst einmal gemacht war, auch für den Backsteinbau die strengeren antiken Formen in Anwendung zu bringen, da gestalteten die Umstände sich bald anders. — Denn in wie geistvoller Weise, mit welch' feinem Sinne die Umdeutung der antiken Schemata für die neuen Bedürfnisse auch vielfältig bewirkt worden ist, — wie viel Neues und Originales trotz der Selbstbeschränkung in Bezug auf Formenerfindung auch geschaffen wurde, so blieb doch mit dieser Methode immer die Gefahr verbunden, in ein mechanisches, geistloses Copiren der antiken Säulenordnungen zu verfallen, insbesondere, da man deren innere Bedeutung nicht verstand, vielmehr nur die daran haftende Formenschönheit, wie die edlen Verhältnisse empfand und bewunderte. — Ueber diese Gefahr aber hob wieder die Backsteinarchitektur hinweg. Indem sie eine stricte Nachbildung der antiken Formen und Verhältnisse eben nicht gestattete, veranlafste sie den Architekten, von der strengen formalen Regel der Schule abzuweichen, eigener Erfindung wieder gröfseren Raum zu geben und danach zu streben, im Geiste der antiken Formenbildung, nicht nach deren todtem Schema zu arbeiten. — Nun bethätigten sich gerade die geistvollsten und strebsamsten Architekten gern im Backsteinbau, und es entstanden die herrlichsten Werke, durch und durch gesättigt in Schönheit der Verhältnisse, in Reichthum der Erfindung, im Schwunge der Begeisterung. — Es darf nur an die Backsteinhöfe der Certosa bei Pavia, an Klosterhöfe in Mailand, Bologna, Ferrara u. s. w. erinnert werden. Die feinen, zierlichen Formen des Backsteinbaues, die als Repräsentanten weiblicher Anmuth und Zartheit gelten können, übten sodann auf die fernere Ausbildung der Renaissance-Architektur überhaupt noch einen weiteren, bedeutungsvollen Einflufs aus. — Sie standen in vollem Gegensatze zu dem von Florenz ausgegangenen Bausysteme, welches in der Rustica-Façade mit ihrer gewaltigen, grofsartigen Einfachheit die höchste, stolzeste Manneswürde darstellt. — Zwischen beiden Extremen mufste eine Vermittelung gesucht werden — wie im Alterthum zwischen ionischer und dorischer Bauweise — und sie wurde gefunden. — Der gröfseste Meister der Renaissance-Architektur, Bramante, verlebte seine Jugendzeit in den Gegenden, welche vorherrschend den Backsteinbau cultivirten; er erwuchs zum Meister in der Uebung der Backsteinbauformen und er componirte Anfangs vorzugsweise für Backsteinbau. — Die zierlichen, feinen, reinen Formen dieser Bauweise, welche ihm geläufig waren, wirkten fort und halfen die Formen schaffen, welche durch Bramante's Beispiel mustergültig wurden, als er, nach Rom übergesiedelt, seine Kraft den höchsten Aufgaben widmen durfte, welche einem Architekten je gestellt wurden. — Auf diesem Wege übte die Backsteinarchitektur einen bedeutenden Einflufs auf die architektonische Composition überhaupt aus und wurde auch für die Architektur in Stein zu einem wesentlich mitwirkenden Elemente, um die architektonische Production zur vollendet schönen Erscheinung zu führen.

g. Die Backsteinarchitektur der Neuzeit.

Die Cultur und Kunst der Renaissance, welche im 15ten Jahrhunderte in Italien aufblühte und in glänzendem Triumphzuge durch die ganze gebildete Welt wanderte, hat während dreier Jahrhunderte ihren Kreislauf räumlich und zeitlich vollendet. — Aus den Anschauungen und Gedanken, auf welchen sie beruhte, wurde eine reiche Fülle des Neuen, Tüchtigen und Schönen geschaffen; aber zahlreiche Verirrungen legen ebenso auch Zeugnifs davon ab, dafs der Gedanken- und Ideenkreis, aus welchem diese neue Culturentwickelung erwachsen war, bei Weitem noch nicht die volle Wahrheit erfafst hatte.

Eine neue Welt ist seitdem erstanden, das ganze Leben ist gröfser und weiter geworden, aber es ist derselbe Geist der Freiheit, welcher jetzt wie damals wirkte. — Damals ergriff er nur die bevorzugte Klasse der Gebildeten, gegenwärtig durchdringt er völlig die Völker. — Im gesammten Leben wiederholen sich die Vorgänge jener Zeit aber in weiterer Ausdehnung und in intensiverer Weise. — Auch die Kunst ist eine Kunst der Renaissance geblieben. Ebenso kräftig, wie vor 400 Jahren, wirken heute Kunst und Leben des klassischen Alterthums auf unsere Kunst und unser Leben ein. Aber das Verständnifs Beider hat sich ganz anders, tiefer und freier gestaltet. — Das Studium der Kunstwerke des Alterthums hat uns die Schönheit der hellenischen Plastik und Architektur erschlossen, während diese dem 15. und 16. Jahrhunderte unverständlich geblieben war. Jetzt erst haben sich unserer Erkenntnifs die Pforten der reinen, der absoluten Schönheit aufgethan, und gesättigt mit diesen Anschauungen ist unsere Zeit an die Gestaltung einer neuen Kunst der Renaissance gegangen, deren Aufgaben weiter, deren Ziele höher sind, als die der italienischen Renaissance, so viel gröfser und höher, als die Ziele unserer gesammten modernen Cultur diejenigen der Cultur im 15. und 16. Jahrhunderte überragen.

Die Architektur ist unter den Schwesterkünsten nicht zurückgeblieben, aber ihr Weg ist der weiteste, ihre Aufgabe wohl die schwierigste, denn in ihr sind die durch Tradition überkommenen und nothwendig zu vermittelnden Gegensätze am gröfsesten. Sowohl die hellenischen, als die gothischen Formen waren in den Bereich ihrer Thätigkeit zu ziehen, die Vorstufe des Eklekticismus, welche der freien Neuschöpfung unvermeidbar vorhergeht, wurde deshalb weit ausgedehnt und dauert noch fort. — In ihr nimmt der Backsteinbau eine wichtige Stelle ein, ja er ist von vielen feinsinnigen und schaffensfreudigen Architekten bevorzugt worden; sie fanden einen besonderen Reiz darin, in diesem Materiale zu arbeiten, welches, wie weiterhin näher begründet werden soll, eine von der hergebrachten Regel abweichende Formenbehandlung für sich fordert. — Was in Oberitalien an manchen Stellen der Ortsstolz und die Ruhmessucht der Städte bewirkte, das Festhalten an einem künstlerisch schwieriger zu behandelnden Materiale, auch ohne äufsere Nöthigung, das thut in unseren Tagen vielfach das liebevolle Versenken des Künstlers in die ihm gewordene Aufgabe.

Schinkel wurde auch für den Backsteinbau der Bahnbrecher und der Führer auf neuen, noch wenig betretenen Wegen. — Mit der Bauschule in Berlin begann er den Rei-

gen der Backsteingebäude und legte in diesem Bauwerke seine künstlerischen Anschauungen über das Wesen des Backsteinbaues nieder. — Er schuf ein Musterwerk, in der Construction sowohl wie in ornamentaler Durchbildung, ein Werk von höchster Würde als Ausgangspunkt für eine neue Phase der Entwickelung, welcher wir nunmehr im Speciellen zu folgen haben.

Und diese neue Phase der Entwickelung ist eingetreten. — Der Aufschwung, welcher sich im gesammten Leben der europäischen Völker kundgiebt, bethätigt sich ebenfalls auf dem Felde der Architektur, und auf diesem treibt auch die Backsteinarchitektur von Jahr zu Jahr neue und schönere Blüthen. — Auffälligerweise beschränkt sich der Backsteinbau nicht auf die steinarmen Flachländer, denen der Ziegel das einzige von der Natur gebotene Baumaterial ist, sondern er steigt hinauf in die von Felsen umgebenen Thäler, in solche Gegenden, welche guten Werkstein ohne Schwierigkeit in der Nähe zu gewinnen und herbeizuführen gestatten, es darf hierbei nur an Wien, München, Hannover, Wiesbaden erinnert werden. — Freilich sehen wir, begünstigt durch das weitverzweigte Netz der Eisenbahnen, auch den Hausteinbau sich weiter verbreiten, als ehedem, sehen Hausteinfaçaden in Berlin, Hamburg etc. erstehen, — dafür aber unterstützt der erleichterte Transport ebensowohl wieder die Backsteinfabrikation, indem die vorzüglichsten Producte derselben in weiter Entfernung von den Thonlagern Verwendung finden. — Auch die Fabrikation der Backsteine wie die Verwendungsweise derselben hat bedeutende Fortschritte gemacht und geht weiterer Vollendung entgegen. — Die Backsteine und Baustücke aus gebranntem Thone werden wetterbeständiger, schärfer und reiner in den Formen, klarer und gleichmäfsiger in der Farbe hergestellt, man wird der Farbe selbst mehr und mehr Herr; ebenso gelingt es, gröfsere Stücke mit Sicherheit herzustellen.

Die Art der Verwendung ist eine mannichfaltigere geworden; erscheinen bei einem Bau nur die Wandflächen mit äufserst sauber bearbeiteten Ziegeln ausgesetzt, während Gesimse, Einrahmungen der Oeffnungen, Säulen, Pilaster aus Haustein bestehen, — so zeigen andere Bauausführungen vollständig durchgeführte Backsteinarchitektur entweder mit consequenter Beibehaltung des Vollziegels auch für die Architekturgliederungen oder unter reichlicher Anwendung hohler Baustücke. — Auf den Wechsel der Farben mit oder ohne Unterstützung glasirter Oberflächen wird besonderer Werth gelegt, selbst bis zu vollständiger Inkrustation mit farbigen Thonplatten ist man vorgegangen.

Welchen von diesen Wegen man einzuschlagen habe, darüber sind die Meinungen noch getheilt und schroff stehen sich in manchen Dingen die Ansichten gegenüber. — Der Eine legt das Hauptgewicht auf die materiellen Eigenschaften des Backsteines, welche die Construction des Bauwerks vorzugsweise bedingen, er sucht in den Kunstformen eine ideale Darstellung der Backsteinconstructionen zu geben und erachtet damit die künstlerische Aufgabe des Architekten im Allgemeinen für abgeschlossen. — Der Andere glaubt mit dem Backsteine gleiche, ja dieselben Wirkungen hervorbringen zu können, wie mit der Architektur in Stein, er imitirt einen Hausteinbau in Backstein, soweit es gehen will, wenn er auch dem Materiale Zwang anthun mufs. — Auf welcher Seite die Wahrheit liege, darüber steht die Entscheidung noch offen und mufs gesucht werden. Und wenn im Folgenden der Versuch gemacht wird, einige Fingerzeige zu geben, welche auf den richtigen Weg hinweisen, dessen Betreten allein zu einer gedeihlichen Weiterentwickelung unseres gesammten Bauwesens nach seiner künstlerischen Seite hin führen kann, so wird dabei freilich immerhin die Nachsicht der Fachgenossen in Anspruch genommen werden müssen; — aber es dürften solche Betrachtungen doch wesentlich dazu beitragen, die Standpunkte der einzelnen Parteien klar zu stellen, den Weg zu Erreichung des wahren Zieles, nach welchem Alle hinstreben, abzukürzen und ebenso vor Irrwegen zu bewahren. — Andere mögen dem Verfasser nachfolgen, widerlegend und berichtigend, oder ergänzend und bestätigend. — In unserem denkenden Jahrhundert, in welchem auch die Kunst, nicht mehr blos genialen Intuitionen folgend, instinctiv das Rechte erfafst, sondern aus dem freien Bewufstsein des Künstlers heraus das Wahre und Schöne gestaltet, darf die kritische Betrachtung nicht darauf beschränkt werden, vergangene und vollendete Thatsachen zu beurtheilen, sondern sie darf das Recht beanspruchen, an den grofsen Werken der Gegenwart, wenn auch nur mittelbar, gestaltend mitzuschaffen.

4. Die technische Herstellung des Backsteins.

Bevor jedoch dieses Thema weiterer Erörterung unterzogen wird, erscheint es nothwendig, die technische Grundlage des Backsteinbaues schärfer ins Auge zu fassen, zuzusehen, wie Ziegel und namentlich Formsteine aus gebranntem Thon hergestellt werden, welche Schwierigkeiten die bezügliche Technik verursacht, welche Vortheile im Gegensatze zu anderen Baumaterialien aus der Anwendung des Backsteines erwachsen. — Auf dieser Grundlage werden dann manche, scheinbar davon weitab liegende Fragen sich beantworten lassen, denn die Gebiete der Kunst und der Technik greifen in der Architektur eng in einander, sie bedingen und erklären sich gegenseitig.

Nicht soll hier ein Abrifs der Ziegelfabrikation gegeben werden, aber die wichtigsten Beziehungen zur Herstellungsweise der eigenartig geformten Backsteine, wie der gröfseren sogenannten Baustücke sollen uns beschäftigen. Denn auf der Herstellung dieser Producte beruht wesentlich der Backsteinbau, sobald er nicht blofse Mauermassen herstellt, sondern architektonische Formen dem Auge bieten will, welche sich nicht aus gewöhnlichen Ziegeln herstellen lassen. — Die Operationen, welche hier besprochen werden sollen, gehören theils der Ziegelei, theils der Töpferei an oder sind auch als eine Technik zu bezeichnen, welche zwischen Ziegelei und Töpferei in der Mitte steht, aufserdem aber, über beide hinausgreifend, ein eigenes Gebiet, das der Plastik in gebranntem Thon, darstellt. — Es sind dabei drei verschiedene Operationen zu betrachten: die Zubereitung des Thones, das Formen desselben und das Brennen der Thonwaaren.

a. Die Zubereitung des Thones.

Zur Herstellung gewöhnlicher Ziegel mufs der Thon bekanntlich soweit zubereitet werden, dafs die Haupteigenschaft desselben, die Plasticität, auf welcher seine Verwendbarkeit beruht, zur vollen Geltung kommt. — Es mufs daher ein Aufweichen des Thones und ein Reinigen desselben

von fremden Bestandtheilen den übrigen Operationen vorangehen. — Dasselbe geschieht für Formsteine und Baustücke, aber nicht jeder Thon, welcher sich sehr wohl noch zur Ziegelfabrikation eignet, kann für Formsteine (wie wir die feineren Producte, um die es sich hier handelt, kurzweg in ihrer Gesammtheit nennen wollen) jeder Art gebraucht werden, vielmehr mufs in Bezug auf die Thonsorten eine sorgfältige Auswahl getroffen werden.

Die Plasticität ist eine besondere Eigenschaft gewisser Körper, deren Aggregatszustand gewissermaafsen die Mitte hält zwischen dem festen und flüssigen Zustande. Plastische Körper lassen sich durch mäfsigen Druck in bestimmte Formen bringen und behalten diese nach dem Aufhören des Druckes bei, die Plasticität ist somit das gerade Gegentheil der Elasticität. — Sie zeigt sich vorzugsweise ausgebildet am feuchten Thone und verliert sich, sobald der Thon ausgetrocknet und fest geworden ist. — Bei dem Austrocknen tritt eine andere Eigenthümlichkeit hervor: durch das Verdunsten des Wassers wird eine Volumverminderung der Thonmasse herbeigeführt, der Thonkörper schwindet, wird kleiner. — Dieses Schwinden mufs bei der Herstellung von Thonkörpern berücksichtigt werden, es führt, wenn es regelmäfsig und an allen Stellen gleich schnell stattfindet, nur eine Verkleinerung des Productes herbei, ohne dafs die Verhältnisse der Form verändert würden. — Geht aber die Gleichmäfsigkeit des Schwindens aus irgend einer Ursache verloren, so entstehen an einzelnen Stellen des geformten Körpers Cohäsionsspannungen, welche, wenn in geringerem Maafse vorhanden, ein Verziehen, Schiefwerden, Werfen der Form bewirken, wenn in höherem Maafse eintretend, den Zusammenhang vollständig lösen, ein Reifsen an einzelnen Stellen herbeiführen. — Das Schwinden mufs die Technik beherrschen, das Werfen und Reifsen mufs sie vermeiden. — Zu bemerken ist dabei noch, dafs das Schwinden nicht mit dem Austrocknen an der Luft aufhört, sondern sich auch noch während des Brennens fortsetzt, Werfen und Reifsen daher auch während des Brandes noch eintreten können.

Mit Rücksicht auf die Plasticität unterscheiden wir fette oder lange Thone im Gegensatze zu den mageren und kurzen Thonen. — Zwischen den Begriffen von fett und lang existirt in dieser Anwendung wohl kaum ein Unterschied; beide Ausdrücke bezeichnen einen hohen Grad von Plasticität. — Solche Thone lassen sich mit der Hand sehr leicht verarbeiten; wie denn auch der Modellirthon des Bildhauers immer ein sehr fetter Thon sein mufs. — Aber fette Thone schwinden sehr stark und zeigen grofse Neigung zum Werfen und Reifsen; sie sind daher für Gegenstände, welche gtrocknet und gebrannt werden sollen, nicht wohl ohne Weiteres zu brauchen. — Die Plasticität wird herabgesetzt durch Beimischung nicht thoniger Substanzen und dieses Mittel bringt man allgemein in Anwendung, um das starke Schwinden zu verringern. — Aber auch in der Natur kommen Thone mit solchen Beimischungen sehr zahlreich vor, und man nennt solche Thone, deren unplastische Beimischung körniger Natur ist, magere Thone, die Beimischung selbst aber Magerungsmittel. — Die Zusammensetzung aus fettem Thon und unplastischer Substanz kann selbstredend in jedem beliebigen Mischungsverhältnisse stattfinden und so weit gehen, dafs die Plasticität ganz und gar verschwindet. — Ein sehr magerer Thon kann immer noch soviel Plasticität besitzen, um sich in die einfach parallelepipedische Form des Ziegels bringen zu lassen, kann auch unter Umständen noch einen recht guten Ziegel geben, besonders wenn die magernde Substanz leicht schmelzbar ist, aber für Hohlkörper von einiger Gröfse braucht die Masse mehr Fettigkeit des Thones, um die gegebene Form während des Trocknens festhalten zu können. — Im Uebrigen wirkt eine gewisse Magerung vortheilhaft. Durch die Beimischung körniger, fester Stoffe wird die Thonmasse porös und trocknet schneller aus; der fette Thon füllt nur die Zwischenräume, indem er wie ein Kitt die einzelnen Körner zusammenhält. — Die letzteren sind dem Schwinden nicht unterworfen und durch ihr Dazwischentreten wird auch die plastische Thonmasse verhindert, sich während des Trocknens stark zusammen zu ziehen, indem die Reibung an den festen Körnchen dem Schwinden entgegenwirkt.

Die Plasticität des Thones wird ferner herabgesetzt durch Beimischung feinerdiger, staubförmiger Substanzen, und solche Thone nennt man kurz. — Substanzen, deren Beimischung den Thon kurz macht, sind Mergel, Mineralstaub, Schluff, Formsand; und Thone mit derartigen Beimischungen kommen aufserordentlich häufig vor. — Dieselben bieten in der Verwendung viel mehr Schwierigkeiten, als die mageren Thone. Der Mangel an Plasticität zeigt sich weniger bei der Operation des Formens, — denn feinerdige Substanzen, wie Formsand, besitzen im feuchten Zustande an sich schon eine gewisse Plasticität, — aber beim Trocknen treten die Nachtheile um so stärker ein. — Hierbei zeigen die kurzen Thone ebenso wie die fetten, grofse Neigung zum Reifsen, und diese Gleichheit des äufseren Verhaltens bei bedeutender innerer Verschiedenheit mag auffällig erscheinen, ist indessen wohl erklärbar. — Während in den fetten Thonen der Zusammenhang der Moleküle ein sehr starker ist, wird gleichzeitig durch die Feinheit derselben eine sehr dicht geschlossene Masse und Oberfläche hergestellt. — Die Austrocknung geht deshalb sehr langsam vor sich, d. h. die Verdunstung des Wassers aus dem Innern folgt nur sehr zögernd der an der Oberfläche; da aber mit der Verdunstung eine starke Volumverminderung verbunden ist, entstehen starke Spannungen an der Oberfläche, welche bei fortgesetztem Austrocknen die Trennung derselben an einzelnen Stellen herbeiführen. In kurzen Thonen schreitet das Verdunsten des Wassers von der Oberfläche nach Innen wegen der gröfseren Porosität der Masse zwar rascher vor und es entstehen keine so grofsen Spannungsunterschiede, aber der Zusammenhang der Moleküle ist ein viel geringerer, als in den fetten Thonen. — Obgleich die fette Thonmasse auch zwischen den feinen Staubkörperchen als Kitt wirkt, so ist sie doch in sehr kurzen Thonen nicht in ausreichender Menge vorhanden, um all die zahllosen Zwischenräume auszufüllen, es bleiben vielmehr viele derselben unausgefüllt und nur so lange, als das beigemischte Wasser die Stelle des Kittes vertritt, findet Zusammenhang statt; sobald das Wasser verdunstet ist, hört der Zusammenhalt auf. Deshalb bewirken in kurzen Thonen geringere Cohäsionsspannungen schon das Reifsen der Wandungen namentlich gröfserer Hohlkörper. — Kurze Thone eignen sich deshalb häufig zu gewöhnlichen Ziegeln noch sehr gut und geben namentlich dann, wenn ihr Schmelzpunkt nicht hoch liegt,

oft vorzügliche Klinker, lassen sich im Uebrigen aber schwer verarbeiten, und eignen sich zu gröfseren Formstücken um so weniger, als die Natur derselben sich nicht wohl ändern läfst. — Denn fette Thone kann man durch Beimischung körniger Substanzen magern; magere Thone können durch Schlämmen von einem Theile der unplastischen Beimischung befreit und fetter gemacht werden; die äufserst feine unplastische Beimischung der kurzen Thone aber läfst sich durch Schlämmen nur in sehr unvollständiger Weise entfernen, und andere Mittel zu solchem Zwecke besitzen wir zur Zeit nicht, wenigstens nicht für die Anwendung in grofsem Maafsstabe. — Die Ausdrücke fett und mager sind von dem ähnlichen Gefühle entnommen, welches solche Thone in der tastenden Hand verursachen; die Bezeichnungen lang und kurz aber sind aus der Wahrnehmung entstanden, dafs ein Stück zu plastischer Consistenz angefeuchteten und durchgekneteten Thones, wurstförmig ausgerollt, sich zu einer gewissen Länge dehnen läfst, bevor es abreifst, wenn der Thon lang, dafs es kurz abbricht, wenn der Thon kurz ist.

Im Uebrigen mufs noch hinzugefügt werden, dafs die Eigenschaft des Kurzen nicht bei allen Thonen Folge der Beimischung feinerdiger unplastischer Substanzen ist, sondern auch andere Ursachen haben kann. — So gehört die Porzellanerde zu den kurzen Thonen, obwohl sie gleichzeitig eine der reinsten Thonarten ist. — Es scheint, dafs auch ein zu geringer Gehalt an chemisch gebundenem Wasser die Thone kurz macht, womit es übereinstimmt, dafs der gebrannte Thon, d. h. solcher Thon, welcher durch Glühhitze des Hydratwassers beraubt worden ist, auch nach der weitgehendsten Zerkleinerung die frühere Plasticität niemals wieder erlangt, sondern völlig unplastisch bleibt. Der Thon, welcher zu feineren Gegenständen verarbeitet werden soll, braucht nicht chemisch rein zu sein, und in der That finden sich ganz reine Thone nur selten. — Sie sind dann stets von weifser Farbe und sehr feuerbeständig. Diese Thone werden zu den feinsten keramischen Producten verarbeitet, zu Porzellan, Steingut etc., sind aber viel zu kostbar, um das Material für Backsteine herzugeben. — Weitaus die gröfseste Masse der in der Natur vorkommenden Thone ist mit fremdartigen Substanzen vermischt, welche das Verhalten des Thones nach verschiedenen Richtungen hin ändern. — Wie die Plasticität dadurch modificirt wird, ist bereits gezeigt, aber auch die Schmelzbarkeit und die Farbe erleiden dadurch Veränderungen, auf welche weiterhin näher eingegangen werden soll. — Hier möge nur darauf hingewiesen werden, dafs in dem zu verarbeitenden Thone keine gröfseren festen Körper enthalten sein dürfen, weder erhärtete Thonstücke noch Steine, noch erdige Substanzen in Stücken. — Diese hindern oder erschweren die Formgebung, sie verursachen Ungleichmäfsigkeit im Schwinden, oder sie wirken im Brennen nachtheilig, indem sie in der Glut sich zu stark ausdehnen und während des Glühens oder beim Abkühlen zerspringen, — sie beeinträchtigen endlich die Wetterfestigkeit, wie Kalk, Gyps u. s. w. — Ist der Thon daher unrein, so mufs er vor der Verwendung gereinigt oder in anderer Weise vorbereitet werden. — Ist er fett und enthält viele Steinstücke, Quarz, Eisenoxydstücke etc., so genügt es häufig, ihn durch Walzen gehen zu lassen, welche die Steine zerdrücken, so dafs sie in diesem Zustande ein unschädliches, ja sogar nützliches Magerungsmittel abgeben. — Meistens jedoch mufs man zu dem Mittel des Schlämmens greifen. Aber diese Operation braucht in vielen Fällen nicht mit solcher Sorgfalt durchgeführt zu werden, wie in der Porzellanmanufactur. — Sehr häufig genügt es, gröbere Körper, wie Wurzeln, Steine, Eisensteinstücke, Mergelknoten etc. zu entfernen; dann ist nur ein Auflösen des Thones in Wasser und Durchtreiben durch ein Sieb erforderlich, nicht aber das Abscheiden sandiger Beimischungen auf langem, langsam zu durchlaufendem Wege, — denn die sandigen Bestandtheile, welche durch solches Schlämmen entfernt werden, sind oft als Beimischung der Thonmasse erwünscht. — Um in dem rohen, gegrabenen Thone die Plasticität zu voller Geltung zu bringen, mufs derselbe zunächst eingesumpft werden, d. h. er erhält einen Zusatz von Wasser, dessen Wirkung er eine Zeitlang ausgesetzt bleibt. — Durch Treten und Schlagen wird Gleichmäfsigkeit der Masse herbeigeführt. Sehr häufig aber kommt der Thon nur in Zusammensetzung mit anderen Thonsorten, sowie unter Zuschlag von Magerungsmitteln zur Verwendung, und solche Mischungen sind erforderlich, theils um die Plasticität zu corrigiren, theils um der gebrannten Masse eine bestimmte Färbung zu geben, theils um die Schmelzbarkeit zu regeln. — Dann genügt ein blofses Treten und Schlagen nicht, es müssen kräftiger und schneller wirkende Mittel in Anwendung gebracht werden und diese besitzen wir in den Walzen und in den mit schraubenförmig gestellten Messern versehenen Thonschneidern, Maschinerien, welche bedeutende Kraft erfordern und daher gewöhnlich mit Dampf betrieben werden. — Dieselben bewirken, wenn sie gut construirt sind und einander zweckmäfsig unterstützen, eine sehr innige Mischung der verschiedenen Substanzen. Die Walzen, mittelst deren man den Thon in fast papierdünne Blätter pressen kann, sind namentlich für ungeschlämmte Thone unentbehrlich, da sie alle gröberen Körper zerdrücken, während in den Thonschneidern die Mischung selbst vollzogen wird. — Die Magerungszusätze bestehen gewöhnlich aus scharfkörnigem Sande, zermahlenen Steinen (Quarz, Granit, Porphyr etc.), oder am besten aus den zermahlenen Scherben scharfgebrannten Thones derselben Art.

Sehr vortheilhaft ist es, den so zubereiteten Thon vor der Verwendung noch längere Zeit im Thonkeller liegen zu lassen. — Er wird dadurch für den Former leichter verwendbar, wird zarter, feiner und die geformten Stücke erhalten eine glattere Oberfläche, auch ist das Verhalten solchen Thones während des Trocknens ein günstigeres, die Plasticität erscheint im Allgemeinen gesteigert, indem durch das längere Liegen im feuchten Zustande alle einzelnen Theilchen vollständig aufgelöst werden.

Die Zubereitung des Thones unterscheidet sich von der zur Ziegelei und der zur Töpferei nicht wesentlich; im Allgemeinen mufs sie sorgfältiger geschehen wie für die Ziegelfabrikation und zeigt gegenüber der eigentlichen Töpferei die Besonderheit des Zusatzes körniger, unplastischer Massen. — Gröfser zeigen sich die Unterschiede bei dem Formen des Thones.

(Fortsetzung folgt.)

Nachtrag zu „Versteifungsfachwerke bei Bogen- und Hängebrücken“.

In der Abhandlung über „Versteifungsfachwerke“ auf Seite 189 u. f. dieses Jahrgangs haben wir die Curven der Maximalmomente und der Maximalkräfte entwickelt, nach welchen sich die Dimensionen eines versteifenden Fachwerkes berechnen lassen. Dabei wurde, wie am Beginn von Nr. 2 gesagt ist, vorausgesetzt, dafs die Auflager des Bogens centrirt seien, mit anderen Worten: dafs die Reactionen des Bogens stets durch feste Punkte gehen. Die eigenthümlichen Beziehungen zwischen Bogen und versteifendem Balken, welche sich aus unseren dortigen Entwickelungen ergaben, gelten aber, wie leicht zu erkennen ist, auch ebenso gut, wenn die Auflager des Bogens flach oder fest sind; und wir erlauben uns, im Nachstehenden als Ergänzung zu obiger Arbeit auch die Curven der Maximalmomente und -Kräfte mitzutheilen, welche bei flachem oder festem Bogenauflager eintreten.

Wir beschränken uns dabei auf die Mittheilung der Endergebnisse und übergehen die etwas umständliche Ableitung der Formeln.

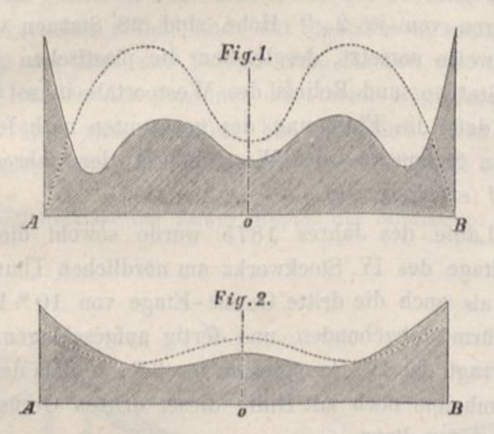


Fig. 1 stellt den Verlauf der Momente, Fig. 2 denjenigen der Transversalkräfte dar, welchen der Bogen mit festem Auflager ausgesetzt ist, und welche, gemäfs unseren früheren Betrachtungen, der versteifende Balken ganz oder zum Theil aufnimmt, je nachdem das Trägheitsmoment des Bogenquerschnitts gegenüber demjenigen des Balkenquerschnitts verschwindend klein oder merkbar grofs ist.

Das gröfste Moment tritt am Auflager auf und ist gleich $0,_{0691} \cdot ql^2$ (worin q die zufällige Belastung pro Längeneinheit und l die halbe Spannweite bezeichnet). Um $0,_{42}\, l$ vom Scheitel entfernt befindet sich der Maximalwerth gleich $0,_{0371} \cdot ql^2$, im Scheitel der Minimalwerth gleich $0,_{0215} \cdot ql^2$. Zum Vergleich haben wir die Curve, welche sich beim Bogen mit centrirtem Auflager ergab, punktirt hinzugefügt.

Die gröfste Transversalkraft findet ebenfalls im Auflager statt und beträgt $0,_{3951} \cdot ql$; das Maximum im Scheitelpunkte hat zur Ordinate $0,_{1875} \cdot ql$. Auch hier weist die punktirte Curve die früher entwickelten Werthe für centrirte Auflager auf.

Die genauen Ordinatenwerthe beider Curven sind für von der Mitte aus gemessene Abscissen in folgender Tabelle zusammengestellt:

$\pm x : l$	Momente $\mathfrak{M} : ql^2$	Kräfte $P : ql$
0,0	0,0215	0,188
0,1	0,0232	0,182
0,2	0,0282	0,166
0,3	0,0341	0,145
0,4	0,0371	0,136
0,5	0,0356	0,142
0,6	0,0292	0,164
0,7	0,0181	0,201
0,8	0,0166	0,253
0,9	0,0360	0,319
1,0	0,0691	0,395

Vergleicht man in vorliegenden Figuren die Curven für flache Auflager mit denjenigen, welche sich für centrirte ergeben haben, so findet man, dafs die Momente bei ersteren im Durchschnitt kleiner sind als bei letzteren, dafs aber bezüglich der Kräfte kein nennenswerther Unterschied zwischen beiden besteht. Das Versteifungsfachwerk eines Bogens wird also bei festem Auflager unter sonst gleichen Verhältnissen etwas leichter ausfallen als bei centrirtem, und dürfte aus diesem Grunde, wenn nicht andere Umstände dagegen sprechen, ersteres vorzuziehen sein.

Dafs sich übrigens diese ergänzenden Mittheilungen nur auf Bogen-Brücken beziehen, während bei Hänge-Brücken ausschliefslich die für centrirte Auflager entwickelten Curven gelten, braucht als selbstverständlich nicht erst gezeigt zu werden.

W. Ritter.

Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

66ster Baubericht über den Fortbau des Domes zu Cöln.

Die beiden Thürme des Cölner Domes, seit Einwölbung des Hochschiffes der Vorhalle in ihren Umfassungswänden getrennt emporsteigend, waren im Laufe des Jahres 1875 die alleinigen Objecte der Bau-Ausführung und konnte deren Aufbau, entsprechend der gröfseren Arbeiterzahl, über die im Betriebsplane vorgesehenen Höhen hinaus gefördert werden.

Die Umfassungswände des südlichen Domthurmes schliefsen mit der Oberkante des IV. Hauptgesimses ab, während der nördliche Thurm zu Ende des Jahres 1875 die Linie der Fenstercapitäle bei einer Gesammthöhe von $16,_{62}$ m über dem III. Hauptgesimse erreichte.

In Folge der vermehrten Arbeitsleistung hat sich auch die pro 1875 verausgabte Bausumme auf 1,011578 ℳ 76 ₰ erhöht und ist der Mehrbetrag gegen die im Betriebsplane vorgesehene Verwendung von 750000 ℳ speciell für den Ankauf der Werksteine und die Ausführung der Haustein-Arbeiten zu den acht grofsen Eckfialen in Rechnung zu stellen.

Da jede der acht Eckfialen, welche das Octogon beider Thürme umgeben, eine Höhe von circa 33^{m} bei einem Durchmesser am Sockel von 6^{m} aufweist, so sind im Laufe des Jahres 1875 im Ganzen circa 264 steigende Meter dieser umfangreichen und mit Ornamenten allseitig überdeckten Fialen-Entwickelungen einschliefslich aller Figurenlauben, Säulen, Baldachine und Bekrönungen fertig bearbeitet. Für die Ausführung der frei abgelösten Ornamente an den 8 Eckfialen, bestehend in Kreuzblumen, Riesen, Fronten, Pfeilern, Säulen, kleinen Fialen und Capitälen, deren Zahl sich auf 1510 Stück beläuft, wurden im Ganzen rot. 159000 ℳ. verwendet, und berechnet sich unter Hinzunahme der Ausgabe für die 32 grofsen Engelfiguren unter den Baldachinen zum Betrage von rot. 48500 ℳ. die Verwendungs-Summe für die von dem Pfeilerkerne abgelösten Ornamente im Ganzen auf circa 207500 ℳ.

Die dauernd ungünstige und stürmische Witterung während des Winters 1875/76 verhinderte den Aufbau der sämmtlichen 8 Eckfialen, und gestattete das anhaltende Frostwetter nur die Vollendung der beiden südlichen Eckfialen am südlichen Thurme. Mit Beginn des Monats März 1876 sind die Versetzarbeiten an den 6 übrigen Eckfialen wieder aufgenommen und gehen zur Zeit die 2 nördlichen Octogonfialen des südlichen Thurmes, desgleichen die nordöstliche Eckfiale des nördlichen Thurmes ihrer baldigen Vollendung entgegen.

Eine grofse Anzahl geübter Steinmetzen, die während der Jahre 1871 bis 1874 bei Privatbauten thätig gewesen, trat in Veranlassung der ungünstigen Geschäftsverhältnisse beim Cölner Dombau wieder in Arbeit und erhöhte sich die Zahl der Werkleute, welche in den Jahren 1871—1874 auf durchschnittlich 350 reducirt war, bis zum Schlusse des Jahres 1875 auf 550 Arbeiter.

Gleichzeitig wurden in Privatwerkstätten zu Cöln, Königswinter, Staudernheim, Obernkirchen, Rinteln und Hildesheim circa 150 Steinmetzen mit Ausführung von Werksteinen für die Cölner Domthürme andauernd beschäftigt, so dafs die gesammte an dem Dombau zu Cöln im Jahre 1875 thätige Arbeiterzahl auf 700 Mann zu berechnen ist.

Der gesteigerten Arbeitsleistung entsprechend ist auch der Bedarf an Baumaterial jeder Art während des Jahres 1875 ein aufserordentlicher gewesen, und wurden binnen Jahresfrist circa 2605 Cubikmeter Bausteine zum Werthe von 213145 ℳ. bearbeitet und gröfstentheils versetzt.

Als Aufgabe der Bau-Ausführung verbleibt pro 1876 die Aufhöhung der Umfassungswände des Octogons beider Thürme bis zum Sockel des Helms, und aufserdem die Vollendung der Versetzarbeiten an den 3 noch fehlenden Eckfialen des nördlichen Thurmes.

Da eine nachhaltige Besserung und Belebung des Handels und der Industrie für die nächste Zeit nicht zu erwarten ist, so wird es voraussichtlich gelingen, den erhöhten Arbeiterstand auch für das Baujahr 1876/77 beizubehalten, und ist dieser Annahme entsprechend für die im Jahre 1877 auszuführenden Bauarbeiten beim Dombau zu Cöln eine Verwendungssumme zum Betrage von einer Million Mark in Aussicht genommen.

Seit Beginn des Jahres 1876 sind in den Dombauhütten die Werksteine zu den Umfassungswänden des Octogons des nördlichen Thurmes nahezu vollendet und die Gurte, Gräte und Schlufssteine zu den beiden grofsen Sterngewölben des IV. Stockwerkes beschafft. Fertig bearbeitet lagern fernerhin in den Brüchen zu Staudernheim an der Nahe die grofsen Entlastungsbögen und Fensterwölbungen des nördlichen Thurmes, so dafs zu Ende des Jahres 1876 die Vollendung beider Domthürme bis zur Höhe von 300 Fufs (circa 94^{m}) in sichere Aussicht zu nehmen ist.

Bereits im Laufe des Winters 1876/77 wird mit der Bearbeitung der Werkstücke zu den Steinhelmen begonnen werden, und sind namentlich die Vorarbeiten zur Beschaffung der 448 grofsen Kantenblätter für die Gräte beider Thurmhelme rechtzeitig in Angriff zu nehmen, da die Ausführung dieser Ornamentstücke eine gröfsere Anzahl der gewandtesten Verzierungsarbeiter für die Dauer von mehreren Jahren beschäftigt. Zur Herstellung der 448 grofsen Kantenblätter ist ein Steinquantum von circa 10000 Cubikfufs aus den Obernkirchener Steinbrüchen in grofsen Blöcken zu beziehen, deren Gewinnung gleichfalls eine erhebliche Arbeitszeit beansprucht.

Von den für die Lauben der 8 grofsen Eckfialen im IV. Stockwerke der Thürme zu beschaffenden 32 grofsen Engelfiguren von je $2{,}_{7}$^{m} Höhe sind 28 Statuen vollendet und theilweise versetzt, desgleichen die plastischen Arbeiten für die Statuen und Reliefs des Westportals in so weit gefördert, dafs die Einfügung des gesammten noch fehlenden plastischen Schmuckes der Westfront in den Jahren 1876 und 1877 erfolgen wird.

Im Laufe des Jahres 1875 wurde sowohl die zweite Gerüst-Etage des IV. Stockwerks am nördlichen Thurme aufgestellt, als auch die dritte Gerüst-Etage von 10^{m} Höhe für beide Thürme abgebunden und fertig aufgeschlagen. Letztere überragt das IV. Hauptgesims um 3^{m}, so dafs der Sockel der Thurmhelme noch mit Hülfe dieser dritten Gerüst-Etage versetzt werden kann.

Der am Abende des 13. März 1876 über ganz Deutschland fortziehende orkanartige Sturm hat seine verheerenden Wirkungen auch am Rheine durch Niederreifsen ganzer Waldungen, Häuser und Dampfschornsteine geäufsert, und war das auf 100^{m} über Cöln hervorragende grofse Baugerüst des Domes den Sturmwirkungen in gefahrdrohender Weise ausgesetzt. Während der Orkan die Dächer der Bauhütten herunterwarf, die Bleideckung des Chordaches beschädigte und das Dach des Maschinenhauses mit seinen Verankerungen aus dem Mauerwerke der Umfassungswände herausrifs, sind die Gerüste des Domes unbeschädigt geblieben und hat sich, wenngleich die gesammte Holzconstruction einer Schwankung bis zu 1 Fufs ausgesetzt war, weder ein Verbandstück aus dem grofsen Baugerüste gelöst, noch ist irgend ein Theil der Zwischengerüste und Gerüstböden gebrochen und vom Sturme herabgeworfen.

Als planmäfsiger Reinertrag der eilften Dombau-Prämien-Collecte ist die Summe von circa 542500 ℳ. in die Casse des Central-Dombau-Vereins geflossen und beträgt der pro 1875 von Seiten der Vereinscasse zum Fortbau des Domes eingezahlte Beitrag im Ganzen 825000 ℳ. Laut Nachweisung der Regierungs-Hauptcasse zu Cöln ist pro 1875 die Summe von 1,011578 ℳ. 76 ₰. beim Cölner Dombau verwendet, und beträgt die Ausgabe speciell für den Fortbau der beiden Westthürme einschliefslich des Werthes

der aus den Beständen der Vorjahre zur Verwendung gekommenen Baumaterialien im Ganzen 1,074479 ℳ. 74 ₰.

Unter Hinzuziehung der Baukosten in den Jahren 1864 bis ultimo 1874 zum Betrage von 5,418689 ℳ. 55 ₰. sind demnach im Laufe von zwölf Jahren, von 1864 bis ultimo 1875, im Ganzen 6,493169 ℳ. 29 ₰. zum Ausbau der Thürme des Cölner Domes angewiesen und verwendet worden.

Cöln, den 17. Mai 1876.

Der Dombaumeister Voigtel.

Der Des-Moines-Canal und die Schleusenanlage bei Keokuk am Mississippi.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 62 und 63 im Atlas.)

(Aus dem Reisebericht des Herrn Geheimen Ober-Bauraths Schönfelder und des Herrn Bauinspector Mohr.)

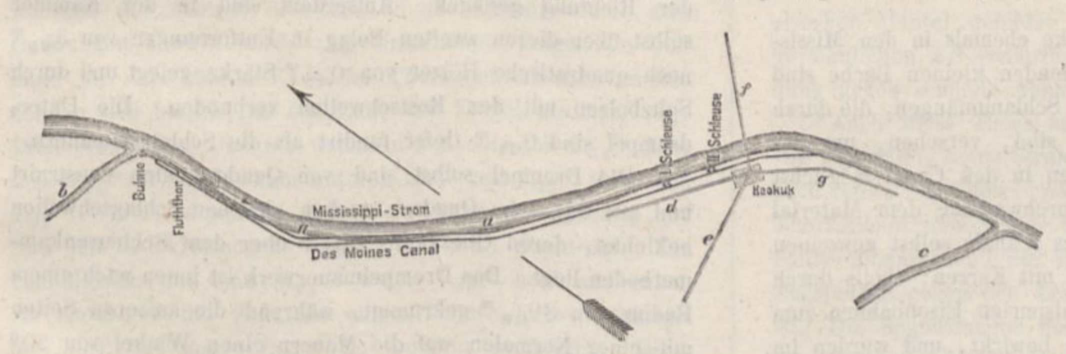
Oberhalb der Stadt Keokuk, ungefähr der Einmündung des Des-Moines-Flusses gegenüber, liegen die Stromschnellen des Mississippi, Des-Moines-Rapids genannt, die bei Niedrigwasser ein Gefälle von $5_{,91}{}^{\mathrm{m}}$ haben und selbstredend deshalb der Schifffahrt auf dem Mississippi, die sich mit gröfseren Dampfbooten bis über St. Paul hinaus ausdehnt, nicht unbedeutende Hindernisse bieten.

Die amerikanische Regierung, welche diejenigen Arbeiten an gröfseren Flufsläufen, die zur Hebung des öffentlichen Verkehrs nöthig sind, auf Staatskosten ausführen läfst, während der Bau und Betrieb von Canälen etc. fast immer in den Händen der einzelnen Provinzial-Regierungen, resp. von Privaten sich befindet, hat im Jahre 1871 auch die Beseitigung dieser Schifffahrtshindernisse geplant und, nachdem die vorgelegten Kostenanschläge in der Legislaturperiode von 1872 genehmigt waren, am 5. September 1872 mit den Bauten begonnen.

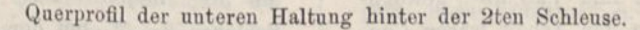
Die geplanten und ausgeführten Arbeiten bestehen im Wesentlichen darin, dafs neben dem Mississippi ein künstlicher Canal theils gegraben, theils im Bette des Missisippi selbst durch einen Steindamm abgetheilt ist, der durch zwei Schleusenanlagen von $3_{,27}{}^{\mathrm{m}}$ resp. $2_{,64}{}^{\mathrm{m}}$ Gefälle die vorgenannten Stromschnellen überwindet. Die Kosten der Anlage betragen ca. 4000000 Dollar, auf eine Länge des Canals von $17_{,70}$ Kilometer.
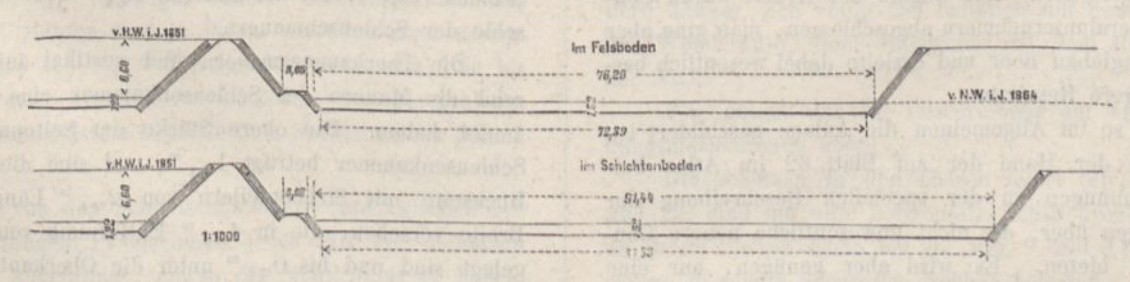
Das Profil des Canals ist, wie aus den beistehenden Zeichnungen ersichtlich, je nach den Bodenarten, ob Fels- oder Schichtenboden, verschiedentlich bestimmt.

Situationsskizze der Lower-Rapids des Mississippi und des zur Umgehung derselben angelegten Des-Moines-Canals. 1 : 200000.

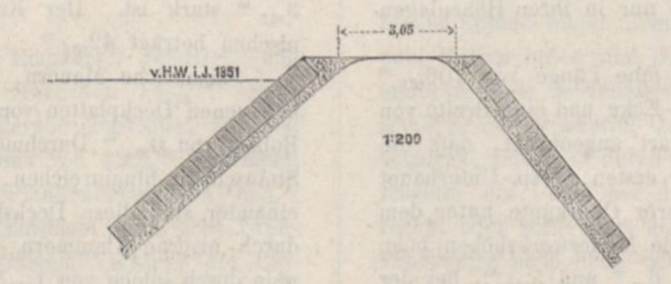


aa The Lower Rapids
b Nashville-Creek.
c Des-Moines-River.
d Burlington-Keokuk-Eisenbahn.
e Keokuk & Des-Moines-Eisenbahn.
f Toledo-Peoria-Warsow-Eisenbahn.
g St. Louis-Keokuk & N. W. Eisenbahn.


Querprofil der unteren Haltung hinter der 2ten Schleuse.



Detail der Dämme.



Was die Bauart der Dämme anbetrifft, so ist erwähnenswerth, dafs die Kronenbreite derselben $3{,}_{05}$ m beträgt, die Krone selbst $0{,}_{61}$ m über dem Hochwasserspiegel von 1851 liegt und die Dämme nach aufsen hin $1^1/_2$ fache, nach innen $1^1/_4$ fache Böschung haben. Sowohl oben als an beiden Seiten sind diese Dämme mit trockenem Steinmauerwerk (revêtement) abgepflastert und an besonders gefährlichen Stellen noch durch Steinwurf gegen Unterwaschung geschützt. Die Stärke dieses Pflasters variirt auf der Aufsenseite zwischen $0{,}_{61}$ m und $1{,}_{22}$ m, während dieselbe auf der Innenseite von $0{,}_{46}$ m bis $0{,}_{61}$ m abwechselt. Zum Schutze des Dammes gegen Beschädigungen durch Eisgang sind nach der Flufsseite zu Eisbrecher in Form von Pfahlbuhnen, die mit Steinen ausgefüllt sind, angelegt.

Wir wollen bei dieser Gelegenheit erwähnen, dafs bei der Ausführung sich an mehreren Stellen durch Druckwasser unterhalb des Dammes resp. in der Canalsohle durchsickernde Quellen bildeten, deren Dichtung durch Beton jedoch immer gelang. Die gröfste dieser Durchsickerungen war nicht weit von der Stadt Keokuk selbst und gewann am 19. März 1873 durch einen Rifs, der im Felsboden vorhanden und allmälig durch den Flufs mit Sand zugeschlämmt war, so an Ausdehnung, dafs der Damm auf $6{,}_1$ m Länge sich um $1{,}_{83}$ m setzte; der Damm blieb aber nach dem erfolgten Sinken fest, und waren weitere Nachtheile nicht bemerkbar.

Fast unmittelbar vor der Abzweigung des Canals mündet der Nashville-Creek in den Mississippi, und ist hier, um Versandungen der Einmündung des Canals vorzubeugen, eine Buhne von $183{,}_0$ m Länge erbaut.

Die innerhalb der Canalstrecke ehemals in den Mississippi, jetzt in den Canal einmündenden kleinen Bäche sind vor ihren Mündungen jedesmal mit Schlammfängen, die durch kleine Ueberfallwehre hergestellt sind, versehen, um dadurch das Einführen von Sinkstoffen in den Canal möglichst zu verhüten. Die Dämme sind durchweg aus dem Material geschüttet, das beim Graben des Canals selbst gewonnen wurde. Die Ausführung ist theils mit Karren, theils durch Pferdebahnen, theils durch schmalspurige Eisenbahnen zum Transport der ausgehobenen Erde bewirkt, und wurden im Durchschnitt täglich 550 kbm Fels und 720 kbm gewöhnlicher Boden gefördert. Bei Beginn der Arbeit waren Contracte mit Generalunternehmern abgeschlossen, man ging aber später zum Regiebau über und erzielte dabei wesentlich bessere und billigere Resultate.

Nachdem so im Allgemeinen die Anlage geschildert ist, gehen wir an der Hand der auf Blatt 62 im Atlas beigefügten Zeichnungen zu der speciellen Beschreibung der Schleusenanlagen über, die nicht unwesentliche neuere Constructionsarten bieten. Es wird aber genügen, nur eine dieser Schleusen des Näheren zu beschreiben, da beide Schleusen sowohl, als auch das obere Schleusenhaupt mit Fluththor am Eingange des Canals nur in ihren Höhenlagen verschieden sind.

Die Schleusenkammern haben eine Länge von $106{,}_{68}$ m zwischen der Unter- und Oberthor-Ecke und eine Breite von $24{,}_{38}$ m. Die Wassertiefe ist derart angeordnet, dafs die Drempelschwelle im Oberhaupt der ersten, resp. Unterhaupt der letzten Schleuse $1{,}_{83}$ m mit ihrer Oberkante unter dem Niedrigwasser von 1864 liegt. Die Mauerwerkshöhen beim Fluththor betragen beziehungsweise $6{,}_3$ m und $5{,}_{69}$ m, bei der ersten Schleuse $7{,}_{14}$ m resp. $3{,}_{36}$ m, bei der zweiten $5{,}_{99}$ m. Die geraden Seitenmauern der Schleuse sind $21{,}_{33}$ m über die Thorkammerecken am Oberhaupt, und $6{,}_1$ m über diejenigen am Unterhaupt ausgedehnt. Das Oberhaupt hat rechtwinklige Flügelmauern, während das Unterhaupt schräge Flügel von $12{,}_{19}$ m Länge hat, die mit leichter Curve in die Hauptmauern übergehen und auf jeder Seite $3{,}_{05}$ m weiter auslaufen als die Kammer, also eine Neigung von 1 : 4 haben. Sämmtliche Umläufe sind aufserhalb der Mauern angelegt und haben ihren jedesmaligen Anfang in der Thorkammer. Die Fundirungen sind je nach den Bodenarten bei den verschiedenen Schleusen verschieden ausgeführt. Wo der Felsboden sicher genug erschien, sind die Mauern direct darauf fundirt, wo dies nicht der Fall war, ist der Boden $0{,}_{46}$ m tief ausgehoben und ein Schwellrost von Kiefernholz eingelegt. Die Schwellhölzer sind $0{,}_{30}$ m im Quadrat stark, mit nur $0{,}_{10}$ m Zwischenraum zwischen den einzelnen Schwellen verlegt und diese Zwischenräume mit Beton ausgefüllt. Die Schwellen sind mit dem Felsboden in der Art befestigt, dafs unter ihnen Längshölzer liegen in Vertiefungen, die dazu im Felsboden ausgearbeitet sind; diese Längshölzer sind alle $0{,}_{91}$ m durch $0{,}_{04}$ m starke Bolzen, die $1{,}_0 - 1{,}_5$ m in den Fels eingelassen und verkeilt sind, befestigt. Auf diese Längshölzer sind nun die eigentlichen Rostschwellen durch Spitzbolzen von $0{,}_{025}$ m Stärke befestigt. Die Entfernung der drei Längshölzer beträgt $6{,}_1$ m von Mitte zu Mitte. Der Plankenbelag ist $0{,}_{06}$ m stark; in der Schleusenkammer ist auf diesen noch ein ebenso starker Belag in jenen kreuzender Richtung genagelt. Aufserdem sind in der Kammer selbst über diesen zweiten Belag in Entfernungen von $3{,}_{05}$ m noch quadratische Hölzer von $0{,}_{25}$ m Stärke gelegt und durch Spitzbolzen mit den Rostschwellen verbunden. Die Unterdrempel sind $0{,}_{71}$ m tiefer fundirt als die Schleusenmauern.

Die Drempel selbst sind von Quadersteinen construirt und mit $0{,}_{30}$ m im Quadrat starken eichenen Schlagschwellen bekleidet, deren Oberkante $0{,}_{51}$ m über dem Schleusenkammerboden liegt. Das Drempelmauerwerk ist innen nach einem Radius von $30{,}_{48}$ m gekrümmt, während die äufseren Seiten mit einer Normalen auf die Mauern einen Winkel von 20° 44′ 30″ bilden. Der Oberdrempel liegt bei der einen Schleuse $3{,}_{27}$ m, bei der anderen $2{,}_{64}$ m über der Fundamentsohle der Schleusenmauern.

Die Thorkammermauern sind vertikal aufgeführt, während die Mauern der Schleusenkammer eine Böschung von 1 : 24 haben. Die obere Stärke der Seitenmauern in der Schleusenkammer beträgt $1{,}_{83}$ m, und sind dieselben auf der Rückseite mit Strebepfeilern von $2{,}_{44}$ m Länge und $0{,}_{91}$ m Breite versehen, die in $4{,}_{72}$ m Entfernung von einander angelegt sind und bis $0{,}_{76}$ m unter die Oberkante der Mauern hinaufreichen. Am Oberhaupte der beiden Schleusen ist vor der Thorkammer noch eine Heerdmauer angebracht, welche $3{,}_{05}$ m stark ist. Der Krümmungsradius der Thorkammernischen beträgt $42{,}_{06}$ m.

Sämmtliche Mauern, Drempel etc. sind oberhalb mit behauenen Deckplatten von $0{,}_{51}$ m Stärke abgedeckt, die mit Bolzen von $0{,}_{04}$ m Durchmesser, welche $0{,}_{15}$ m in die untere Steinschicht hineinreichen, an dieselbe befestigt sind. Unter einander sind diese Decksteine im gewöhnlichen Mauerwerk durch eiserne Klammern von $0{,}_{61}$ m Länge, bei den Drempeln durch solche von $1{,}_{22}$ m Länge und $0{,}_{05}$ m Breite bei $0{,}_{01}$ m

Stärke verbunden. Diese Klammern, sowie sämmtliche Eisentheile, die in das Mauerwerk eingreifen, sind mit einer Mischung von 85 Theilen Blei und 15 Theilen Antimon vergossen.

Bei der Ausführung des Mauerwerks wurde als Bedingung gestellt, dafs bei einer Stärke der Mauern bis zu $0,_{91}$ m der vierte Theil des Gesammtmauerwerks aus durchgehenden Bindern bestehen müsse, während bei gröfseren Stärken die Länge der Binder auf $1,_{04}$ m bis $1,_{52}$ m vorgeschrieben war.

Die Wendenischen sind mit gufseisernen Platten armirt und der Radius für dieselben auf $0,_{35}$ m normirt. Die eingelegten Platten sind hinten achteckig und haben in den Ecken gemessen eine Stärke von $0,_{076}$ m, bei einer Länge von $1,_{2}$ bis $1,_{8}$ m der einzelnen Stücke. Die Befestigung der einzelnen Theile an einander ist durch Lappen erfolgt. Mit dem Steinmauerwerk sind dieselben durch Bolzen verbunden. Ihre Oberkante schneidet genau mit dem Mauerwerk ab. Der Radius der Curve, die den Anschlufs zwischen Wendenische und Schleusenkammermauer vermittelt, beträgt an der Deckplatte $2,_{5}$ m und wächst von da ab mit der Böschung der betreffenden Mauern. Die Canäle für die Umläufe sind aufserhalb der Kammermauern angelegt, und zwar fangen die Umläufe für die Oberthore an dem oberen Ende der Thorkammernische an und dehnen sich bis auf $57,_{3}$ m unterhalb der Thore aus; vier Oeffnungen in jeder Thorkammernische, die je durch ein besonderes Schütz verschlossen sind, vermitteln den Eintritt des Wassers in den Hauptcanal, während der Austritt desselben in die Kammer durch acht Oeffnungen bewirkt wird. Am Unterhaupte fangen die Umläufe an dem oberen Ende der Thorkammernischen an und dehnen sich bis fast an das Ende der Flügel hin aus. Die Dimensionen der Umläufe wechseln von oben mit $2,_{44}$ m Höhe und $2,_{44}$ m Weite bis zum unteren Ende mit $1,_{22}$ m Höhe und $1,_{22}$ m Weite; durchweg haben sie lothrechte Mauern und sind mit Halbkreisbögen von $0,_{46}$ m Stärke überdeckt. Die Einflufsöffnungen sind $0,_{91}$ m weit, $1,_{83}$ m hoch und haben zur Aufnahme der Schützen eingearbeitete Falze, während die Ausflufsöffnungen $0,_{91}$ m im Quadrat grofs sind. Diese Oeffnungen sind mit $0,_{66}$ m starken Quadern überdeckt, die auf jeder Seite $0,_{46}$ m Auflager haben. Zum Entweichen der Luft aus den Umläufen sind in jedem derselben zwei eiserne Ventilationsrohre von $0,_{15}$ m Durchmesser eingesetzt, die bis zur Oberkante der Schleusenmauern reichen. In jeder Schleuse sind zwölf eiserne Festmachepfähle zum Festhalten der Schiffe angeordnet.

Seitwärts von den Schleusenkammern sind zwischen den einzelnen Haltungen Freigerinne, jedes mit vier Schützen verschliefsbar, angeordnet, um so die Möglichkeit zu haben, sowohl die Haltung zwischen Fluththor und erster Schleuse, als auch zwischen erster und zweiter Schleuse gänzlich trocken zu legen.

Die Schleusenthore sind aus Eichenholz gefertigt, und zwar hat jeder Thorflügel eine Länge von $14,_{53}$ m. Nach der inneren Seite sind dieselben gerade construirt, während die Aufsenseite nach einem Radius von $42,_{06}$ m gekrümmt ist, auf welcher sie mit einem Plankenbelage von $0,_{076}$ m Stärke belegt sind. In jedem Thorflügel sind acht Drehschützen angebracht, um bei etwaigem Versagen der Umläufe den Wasserstand auszugleichen.

Die Absteifung der Thore gegen den Wasserdruck durch Spannstangen, sowie die Anordnung der Zugbänder und der Aufhängevorrichtung erhellen deutlich aus Fig. 1, 2 und 3 auf Blatt 62; Fig. 18 und 19 geben Ansicht und Grundrifs des Schleusenschützes, während Fig. 20 und 21 die Lager für die Drehachse des Schützes darstellen.

In Fig. 7 ist eine Vorderansicht des Thores mit Schützen, in Fig. 8 eine Aufsicht auf dasselbe gegeben. Fig. 9, 11 und 12 zeigen den Mechanismus zur Bewegung dieser um horizontale Achsen drehbaren Schützen, die durch einen einfachen Hebel, der einen Quadranten bewegt, geschieht. In Fig. 13 und 14 sind die Lager für die Bewegungswelle im Detail gegeben. Fig. 24 und 25 geben Pfanne und Zapfen der Wendesäule, während Fig. 22 und 23 die Befestigung der Spannstangen darstellen. Fig. 28 giebt das Detail der Wendesäule, Fig. 27 dasjenige der Schlagsäule.

Das Biegen der vorderen Hölzer geschah in einer Cisterne von $14,_{94}$ m Länge, $2,_{13}$ m Breite, $1,_{52}$ m Tiefe, die mit Wasser gefüllt war, welches durch aus dem Dampfkessel einer kleinen Locomobile eingelassenen Dampf zum Kochen gebracht wurde. 8 Stunden Zeit genügten für jedes Stück Holz, um demselben die vorgeschriebene Form zu geben.

Erwähnenswerth scheint bei der Construction der Thore noch, dafs die Wendesäule nicht durchgeht, vielmehr laufen, wie das Detail Fig. 28 angiebt, die zusammengehörigen Vorder- und Hinterriegel in einander, sind hinten nach der Rundung des Eisenmantels bearbeitet und mit diesem verbolzt, so dafs die eigentliche Wendesäule nur durch den gufseisernen Mantel gebildet wird. Die Schlagsäule ist in der gewöhnlichen Art construirt, jedoch durch eine Eisenbekleidung gegen schnelle Abnutzung geschützt.

Auch diese Thore enthalten, wie die bei der Schleuse von Louisville, keine Streben, sondern nur Spannstangen, die auch hier, wie dort, nach einer auf dem Mauerwerk der Thorkammer unmittelbar über der Wendenische aufgestellten Säule hinaufgehen, die ihrerseits wieder durch vier eiserne Zugstangen gegen den Zug des Thores hinreichend geschützt ist. Die Spannstangen des Thores laufen auch hier in einem um den Hals der Säule drehbaren Ring mit Oese. Fig. 4 giebt diese Construction. Das Thor hat keine Rollen, sondern bewegt sich völlig frei lediglich auf dem Zapfen unter der Wendesäule, dem Halsband und dem Ringe am Kopf der Säule.

Wir gehen nun zur Beschreibung der einzelnen Bewegungsmechanismen über.

Die Schützen in den Thoren selbst (cfr. Fig. 7, 9, 11 und 12) sind um eine horizontale Achse drehbar und haben an ihrem oberen Ende bei α, Fig. 9 und 11, eine Eisenstange in einem Scharnier drehbar befestigt. Der Kopf dieser Stange ist mittelst eines Bolzens an eine Gabel befestigt, die das Ende einer nach dem Bewegungsmechanismus laufenden Stange bildet. An das obere Ende dieser Stange sind zwei Ketten bei α und β, Figur 9, befestigt, die mit ihrem anderen Ende beziehungsweise bei γ und δ, an einem um seine Achse drehbaren Quadranten angeschraubt sind. Der Quadrant selbst ist durch einen Hebel leicht beweglich. Es leuchtet ein, dafs bei der Bewegung des Quadranten nach rechts oder nach links die Lenkerstange des Schützes beziehungsweise nach oben oder unten sich bewegen, und somit das Schütz sich öffnen oder schliefsen wird.

Alle anderen Bewegungen zum Betriebe der Schleuse geschehen auf hydraulischem Wege. Zu dem Zwecke sind je an den betreffenden Stellen Druckcylinder aufgestellt, wie einen solchen beispielsweise Fig. 16 im Durchschnitt zeigt. Der im Cylinder befindliche Kolben wird, je nachdem ihm das drückende Wasser durch das obere oder untere Rohr zugeführt wird, sich nach unten resp. oben bewegen, und die Kolbenstange selbstredend dieser Bewegung folgen. Zur Sicherheit gegen Sprengung des Cylinders durch übermäfsigen Druck sind in dem Kolben jedesmal vier Sicherheitsventile mit $0,_{006}{}^{m}$ Oeffnung und doppeltem Sitz angebracht, die durch beiderseitig an ihnen befestigte Stifte, welche vor die Kolbenfläche um $0,_{006}{}^{m}$ vorspringen, aufgestofsen werden, sobald der zulässig tiefste Stand des Kolbens erreicht ist, sich aber von selbst wieder schliefsen, sobald entgegengesetzter Druck eintritt und der Kolben den anderen Weg zurückzulegen beginnt.

Die Uebertragung dieser Bewegung des Kolbens auf die zu verrichtenden Arbeitsbewegungen geschieht je nach der Arbeit in verschiedener Weise.

Die Schützen in den Umläufen, deren an jeder Seite jedes Hauptes, wie schon erwähnt, vier liegen, werden gemeinschaftlich durch dieselbe Kolbenstange bewegt.

Fig. 6 zeigt bei A den Grundrifs dieser Anlage, während Fig. 15 und 16 Vorderansicht und Seitenansicht darstellen. Das Schütz selbst, das senkrecht in Falzen gehoben wird, hat am oberen Ende eine Stange, und an dieser ist in einem Auge bei c eine Kette befestigt, die das Aufziehen des Schützes ermöglicht, während das Schliefsen desselben durch seine eigene Schwere geschieht. Diese Kette läuft über eine Rolle a der vorgenannten Figuren nach einer zweiten Rolle b, die unmittelbar neben der verlängerten Kolbenstange sitzt, und an ihr ist die Kette mittelst eines Hakens befestigt.

Da vier solcher Schützen zu bewegen sind, reihen sich selbstredend um die beregte Kolbenstange vier solcher Rollensysteme. Es ist nun klar, dafs, wenn die Rollen b in Bewegung nach rechts oder links gesetzt werden, die Ketten entweder auf- oder abrollen, und somit die Schützen entweder geöffnet oder geschlossen werden.

Die Uebertragung der vertikalen Bewegung der Kolbenstange auf die rotirende der Rollen b und a, und von dort wieder auf die vertikale Bewegung des Schützes geschieht wie folgt: Von einer an der Kolbenstange bei d angebrachten Oese (Fig. 16) gehen zwei Drahtseile über eine kleine Spannrolle an derselben Stange bei e und von dort nach der Rolle b, über dieselbe mit einer Windung hinweg nach der Rolle a und von derselben, nachdem auch hier wieder eine Windung um dieselbe geschehen ist, nach einer an der Verlängerung der Bewegungsstange des Schützes angebrachten Oese bei f, wo sie endigen. Sobald nun der Kolben sich von unten nach oben bewegt, wird durch die beiden Drahtseile die Rolle b von links nach rechts bewegt und die Kette, an der das Schütz hängt, wickelt sich ab. Gleichzeitig bewegt sich die Rolle a ebenfalls von links nach rechts und zwingt dadurch den Punkt f der Bewegungsstange des Schützes, nach unten sich zu bewegen. Durch diese Kraftäufserung wird die Trägheit der Massen des Schützes und alle Reibungswiderstände überwunden.

Umgekehrt verhält es sich, wenn sich der Kolben von oben nach unten bewegt; dann drehen sich die Rollen b und a von rechts nach links, die Kette wickelt sich auf, das Schütz hebt sich und die Oese f der Bewegungsstange desselben geht vertikal nach oben. Der Weg, den der Kolben durchläuft, ist $1,_{83}{}^{m}$ und genau gleich dem Wege, den das Schütz durchlaufen mufs, um den Umlauf zu öffnen resp. zu schliefsen. Alle vier Umlaufsschützen an je einer Seite des Unter- resp. Oberhauptes der Schleuse und ebenso des Freigerinnes werden somit durch einen Druckcylinder gleichzeitig in Bewegung gesetzt.

Zur Bewegung des Thores ist für jeden Thorflügel ebenfalls ein Druckcylinder aufgesetzt, und geschieht hier die Uebertragung der vertikalen Bewegung in die horizontale Kreisbewegung in folgender Weise:

Wie Fig. 6 im Grundrifs, Fig. 4, 5 und 10 in Vorderansicht, Querschnitt und Detail zeigen, sind auch hier unmittelbar neben dem Druckcylinder zwei Rollen α und β aufgestellt. Der Druckcylinder hat an seiner Kolbenstange je zwei Oesen unten bei γ, zwei oben bei δ. Es ist nun ein Drahtseil in die untere Oese bei γ festgemacht und geht von dort mit einer Windung um die Rolle α, von da nach einer an einem kleinen auf einer Schienenbahn sich bewegenden Schlitten befestigten Rolle ε, umläuft dieselbe und geht von hier über die Rolle β, die es wiederum mit einer Windung umfafst, nach der zweiten Oese am unteren Ende der Kolbenstange bei γ zurück, wo es befestigt ist. Ein zweites Drahtseil ist in der oberen Oese bei δ befestigt, geht von hier ebenfalls mit einer Windung um die Rolle α, von da nach einer an einem zweiten Schlitten befindlichen Rolle ζ, umläuft dieselbe und geht dann ebenfalls über die Rolle β, die es wiederum einmal umwindet, nach der zweiten Oese am oberen Ende der Kolbenstange bei δ zurück, wo es seinen zweiten Befestigungspunkt hat.

Es ist nun klar, dafs, wenn der Kolben sich von unten nach oben bewegt, die Rolle ζ und somit der an ihr hängende Schlitten nach aufwärts gezogen wird, während die Rolle ε und der an ihr hängende andere Schlitten auf der geneigten Ebene herabgleitet. Auf jedem dieser Schlitten liegt die bewegliche Rollenpartie eines siebenfachen Flaschenzuges, von dem die andere Rollenpartie am unteren Ende der Schlittenbahn befestigt ist. Die Seile dieser Flaschenzüge gehen nun je über eine Rolle η und ι, die unmittelbar über der Wendesäule des zu bewegenden Thorflügels über einander liegen, und von dort über die Rollen $\varkappa$ und λ, die auf dem obersten Riegel des Thores befestigt sind, nach den am untersten Riegel des Thores befestigten Rollen μ und ν, und hier beziehungsweise nach einem Festpunkt am Drempel, resp. in der Thorkammernische. Diese Festpunkte sowohl als die Rollen $\varkappa$, λ, μ und ν sind in einer solchen Entfernung von dem Drehpunkte des Thores angeordnet, dafs sie bei der gänzlichen Oeffnung des Thores einen Weg von $12,_{8}{}^{m}$ zurücklegen. Es erhellt nunmehr, dafs, wenn der Kolben des Druckcylinders seinen Weg von $1,_{83}{}^{m}$ von unten nach oben zurückgelegt hat, der von der Rolle ζ gezogene Schlitten ebenfalls einen Weg von $1,_{83}{}^{m}$ auf seiner Bahn durchlaufen hat und somit durch den Flaschenzug das Seil über die Rollen ι, λ und ν hinweg einen Weg von $12,_{8}{}^{m}$ durchlaufen haben, folglich unmittelbar an

seinen Befestigungspunkt in der Thorkammernische herangerückt und das Thor geöffnet sein mufs.

Gleichzeitig damit mufs nun der Schlitten mit der Rolle ε auf seiner Bahn um $1{,}_{83}$ m herabgeglitten, folglich durch den Flaschenzug das Seil über die Rollen η, $\varkappa$ und μ hinweg rückwärts um $12{,}_{8}$ m abgerollt sein, also $12{,}_{8}$ m Seil sich zwischen dem Befestigungspunkte am Drempel und dem jetzigen Standorte der Rolle μ befinden, welches Maafs gleich dem von diesem Punkte des Thores durchlaufenen Wege ist.

Die umgekehrten Erscheinungen, d. h. das Schliefsen des Thores, treten ein, wenn sich der Kolben von oben nach unten bewegt.

In Fig. 17, dem Grundrifs der Schleuse, sind nun die sämmtlichen Wasserzuführungsrohre, und zwar für jeden Druckcylinder zwei, je eins nach oben, eins nach unten, also im Ganzen 18 Stück, jedes von $0{,}_{05}$ m lichtem Durchmesser, verzeichnet. Alle kommen aus dem am Oberhaupte aufgestellten Maschinenhause, und bleibt somit nun, um die ganze Anlage klar zu legen, nur noch übrig, die Anordnung der Maschine und der Umsteuerungsventile des Näheren zu beleuchten.

In dem Maschinenhause ist eine auf Blatt 63, Fig. 1 gezeichnete kleine stehende Hochdruckdampfmaschine aufgestellt, die von einem stehenden Röhrenkessel aus ihren Dampf erhält. Unmittelbar an der nach unten verlängerten Kolbenstange des Dampfcylinders sitzt der Plungerkolben einer kleinen Druckpumpe, die in zu beiden Seiten angelegten Ventilkasten Sauge- und Druckventil hat. Auf dem Saugerohr sowohl als auf dem Druckrohr sind Windkessel aufgesetzt. Das Saugerohr empfängt sein Wasser aus einer im Keller des Maschinenhauses angelegten Cisterne; das Druckrohr geht unmittelbar vom Windkessel aus nach dem in Fig. 2, 3 und 4 dargestellten Vertheilungsschütz.

Dieses Vertheilungsschütz, das Fig. 4 im Grundrifs, Fig. 2 und 3 im Durchschnitt, und zwar in zwei verschiedenen Lagen, darstellen, besteht aus einem hohlen Cylinder, der oben eine Einströmungs- und zwei Ausströmungsöffnungen hat, die mit einander communiciren, d. h. der Cylinder kann das Wasser, das er durch die Einströmungsöffnung empfängt, durch die beiden Ausströmungsöffnungen, die über einander liegen, abgeben; aufserdem enthält das Schütz noch ein Rohr, das an entgegengesetzter Seite vom Zuführungsrohr und zwar unten angebracht ist und eine Ausströmungsöffnung nach einem Rohre hat, das zu der Cisterne führt. Das Schütz kann nun in dem dasselbe umhüllenden Rohr sowohl von oben nach unten bewegt, als auch in der angenommenen horizontalen Lage gedreht werden.

Wie aus dem Grundrifs Fig. 4 ersichtlich, sind an den Umhüllungscylinder des Schützes sowohl das Zuführungsrohr von der Druckpumpe, als das Abführungsrohr nach der Cisterne, als auch 2×5 seitliche Rohrstücke angebracht, von denen je zwei nach den an den Ober- und Unterthoren, an den Umläufen am Ober- und Unterhaupt und an dem Freigerinne aufgestellten Druckcylindern führen.

Betrachten wir nun zunächst Fig. 4 und 2 gemeinschaftlich, so sehen wir das Schütz hochgeschraubt und so gedreht, dafs das von der Druckpumpe aus einströmende Druckwasser durch das Schütz seinen Weg nach dem oberen Ende der Druckcylinder für die Oberhauptthore nimmt, wie die eingezeichneten Pfeile andeuten; gleichzeitig damit ist durch die Stellung des Schützes dem im Druckcylinder unterhalb des Kolbens daselbst befindlichen Wasser der Ablauf nach der Cisterne hin gestattet, wie ebenfalls durch Pfeile angedeutet; die Kolben der Druckcylinder können also ohne allen Widerstand ihren Weg nach unten nehmen, und die Thore des Oberhauptes werden sich schliefsen. — Fig. 4 und 3 zusammen betrachtet, zeigen uns das Schütz in der heruntergeschraubten Stellung, sonst ebenso gedreht. Es geht nun, wie die Pfeile andeuten, die entgegengesetzte Bewegung des Druckwassers vor sich. Dasselbe strömt von der Druckpumpe aus in der Richtung der Pfeile nach dem unteren Ende der Druckcylinder, während das Wasser über den Kolben daselbst vom oberen Ende aus Abflufs nach der Cisterne hat. Es werden also die Kolben der Druckcylinder ihren Weg nach oben nehmen und die Thore des Oberhauptes sich öffnen.

Es leuchtet ein, dafs ein seitliches Drehen des Schützes, so dafs die Ausmündungen desselben mit den anderen Rohren nach den Unterthoren, den Umläufen oder dem Freigerinne communiciren, die Bewegungen der Kolben in den dort aufgestellten Druckcylindern beliebig herbeiführen mufs. Vier der vorerwähnten Communicationsrohre haben nun je zwei Druckcylinder in Thätigkeit zu setzen, während das fünfte nach dem Freigerinne nur einen solchen Cylinder bespeist. Um erforderlichen Falls auch bei diesen $4 \times 2 = 8$ Druckcylindern von zweien nur einen in Thätigkeit setzen zu können, ist in jedes dieser Rohre noch ein Regulirungsschütz drehbar eingeschaltet, das in Fig. 2, 3 und 4 sichtbar ist. — Es geht aus Fig. 4, die dieses Regulirungsschütz einmal im Grundrifs, an drei anderen Stellen in der Aufsicht zeigt, klar hervor, dafs, sobald mittelst Schlüssels dieses Schütz nach rechts oder links gedreht wird, je das Leitungsrohr nach dem östlichen oder westlichen Druckcylinder durch die Ansätze bei *a* und *b* geschlossen, dieser also aufser Arbeit gesetzt wird. Es ist sonach möglich, auf diese Weise nur einen Thorflügel oder nur die Umläufe an der einen Seite zu öffnen oder zu schliefsen, je nachdem das Bedürfnifs dazu vorhanden ist.

In welcher Weise nun das Vertheilungsschütz im Maschinenraum gehandhabt wird, geben die Figuren 5 bis 9 auf Blatt 63 zu erkennen.

Die Stange α, an der das Vertheilungsschütz befestigt ist (cfr. Fig. 2 und 3), hat an ihrem oberen Ende Schraubenwindungen angeschnitten und kann so über einem festen Gestell, das auf dem Fufsboden des Maschinenraumes aufgeschraubt ist, mittelst einer Schraubenmutter in Gestalt eines Rades auf und ab bewegt werden. Dieser Bewegung folgend, stellt also das Vertheilungsschütz abwechselnd die Communication zwischen Druckpumpe und oberem Ende der Druckcylinder resp. Druckpumpe und unterem Ende der Druckcylinder her, d. h. also die Thore werden geschlossen, die Schützen in den Umläufen geöffnet, resp. die Thore werden geöffnet, die Schützen geschlossen. An der Stange α ist nun ein Schlitten zwischen Führungen im Gestell gleitend angeordnet, auf dem, wie Fig. 5, 6, 7 und 8 angiebt, eine Vorrichtung angebracht ist, um mittelst Schraubenrades ein seitliches Drehen der Stange α und somit des Vertheilungsschützes bewirken zu können. Unmittelbar über diesem Schraubenrade liegt auf dem Schlitten eine Platte, welche die

Bezeichnung der einzelnen Orte, an denen Druckcylinder aufgestellt sind, trägt, und ein an dem Gestell befestigter Zeiger zeigt somit auf dieser sich drehenden Platte an, welcher Apparat bei der augenblicklichen Stellung der Stange α in Thätigkeit gesetzt ist.

Die Manipulation bei der Bedienung der Schleuse ist nun folgende:

Der Maschinist, in seinem Hause stehend, öffnet, wenn er ein Schiff am Oberhaupt ankommen sieht, indem er die Stange α herunterschraubt, die Platte mit dem Schlitten so dreht, dafs der Zeiger das Wort „Oberthore" zeigt, und die Dampfmaschine anläfst, die Oberthore und das Schiff fährt ein; dann schraubt er die Stange α hinauf, läfst abermals die Maschine an, und die Thore werden geschlossen; er dreht die Platte so, dafs der Stift die Worte „untere Umläufe" zeigt, setzt die Maschine an, die Schützen öffnen sich, der Wasserspiegel gleicht sich mit dem Unterwasser aus; er schraubt die Stange α hinunter, die Maschine geht an, die Schützen schliefsen sich; er dreht die Platte, bis der Zeiger das Wort „Unterthore" giebt, die Unterthore öffnen sich und das Schiff fährt aus.

Wir können kaum umhin, dem auch hier so hervorleuchtend bethätigten praktischen Erfindungssinn der Amerikaner auf dem Gebiete der Technik die gröfste Anerkennung auszusprechen, wenn wir mit dem Betriebe an dieser Schleuse den derjenigen bei Louisville, die fast gleiche Dimensionen hat, vergleichen, da dort fast ständig 18 Arbeiter zu den verschiedenen Vorrichtungen vorhanden sein müssen, während hier ein Mensch Alles ohne Anstrengung bewerkstelligt.

Ueber den Bau der Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Q, R und S im Text.)

(Reisebericht des Herrn Eisenbahn-Baumeister Blanck.)

Concession der Bahnen.

Die Zahl der gesetzlichen Bestimmungen, welche auf den Bau und den Betrieb der Bahnen Bezug haben, ist in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika eine sehr geringe. Der Bau der Bahnen unterliegt der unbedingt freien Concurrenz und kaufmännischen Speculation. Die Concession hierzu mufs beim Congrefs nachgesucht werden, und sie wird ertheilt, sobald bestimmte Formalitäten hinsichtlich Zusammensetzung der Eisenbahn-Gesellschaft (Railroad Company) und namentlich der Capitalsbeschaffung erfüllt sind. Eine staatliche Aufsichtsbehörde, welche die Durchführung allgemein gültiger bau- oder betriebstechnischer Bestimmungen aufzustellen oder zu überwachen hat, existirt nicht, vielmehr macht jede Bahnverwaltung sich solche lediglich nach eigenem Bedürfnisse und bestem Ermessen. Bei der Regierung zu Washington, in dem Ressort für innere Angelegenheiten, existirt zwar ein Eisenbahnbüreau, aber dies scheint mehr eine Sammelstelle für statistisches Material, denn eine Aufsichtsbehörde zu sein. Als einzige Beschränkung, welche den Eisenbahnen von Seiten des Staates für den Betrieb auferlegt wird, könnte die Festsetzung von Maximaltarifen bezeichnet werden.

Grunderwerb.

Der Grunderwerb ist geregelt durch Gesetze, die jeder mit souverainer Machtvollkommenheit ausgestattete Einzelstaat für den Umfang seines Gebietes erläfst. Obwohl diese Gesetze in mancher Hinsicht von einander abweichen, so ist doch in allen derselbe Grundgedanke vertreten, und das ganze Verfahren regelt sich in ziemlich gleichmäfsiger Weise folgendermafsen:

Sobald die Gesellschaft den gesetzlichen Vorschriften hinsichtlich der Capitalsbeschaffung Genüge geleistet hat, und der Bau der Bahnlinie durch den Congrefs genehmigt ist, schickt sie ihre Agenten aus zum Abschlufs freihändiger Grunderwerbsverträge, weil die zwangsweise Enteignung des Grundbesitzes im Princip nicht gebilligt wird. Findet eine freiwillige Einigung der contrahirenden Theile wegen zu hoher Forderungen oder anderweitiger Ansprüche über die Lage der Bahnlinie nicht statt, so mufs die Compagnie die Pläne der Bahnlinie zunächst 50 Tage lang im Büreau des betreffenden Ortsvorstandes (County Clerk) zur allgemeinen Einsicht auslegen. Hat einer der Grundeigenthümer gegen die Wahl der Trace etwas einzuwenden, so mufs er seinen Protest bei einem dazu bestimmten Richter des höchsten Staatsgerichtshofes innerhalb obiger Frist schriftlich niederlegen, widrigenfalls seine Ansprüche nichtig werden. Findet der Richter die Beschwerde für begründet, so ernennt er drei unparteiische Commissarien, von denen einer Ingenieur sein mufs, welche die Bahnlinie innerhalb 30 Tagen prüfen. Alle von diesen Commissarien bestimmten Abänderungen der Trace mufs die Compagnie unbedingt ausführen. Nachdem dies geschehen ist, reicht sie an den Gerichtshof ein Verzeichnifs der zwangsweise zu erwerbenden Flächen ein. Letzterer ernennt nunmehr für den Grunderwerb eine Jury aus 3, in einzelnen Staaten aus 7 unparteiischen Männern, die mit den Ortsverhältnissen genau bekannt sind. Gegen die Taxe dieser Commissarien steht den Grundeigenthümern innerhalb 20 Tagen ein abermaliges Widerspruchsrecht zu. Hierauf ist es dem Gerichtshof anheim gegeben, entweder andere Commissarien zur nochmaligen Schätzung zu ernennen, oder nur den ersteren ihre Taxe zur nochmaligen Revision zurückzugeben. In jedem Falle ist diese zweite Schätzung maafsgebend; beide Parteien müssen dieselbe annehmen, und die Compagnie wird in den Besitz des Landes gesetzt.

Im Allgemeinen steht der Compagnie das Recht zu, soviel Land zu erwerben, als zur Herstellung des Bahnkörpers überhaupt erforderlich ist. Die mindeste Breite, welche erworben wird, beträgt $20{,}1$ Meter (66 Fufs engl.). Gesetzlich ausgeschlossen von einer zwangsweisen Enteignung ist der Erwerb von Wohngebäuden, Kirchhöfen und ähnlichen Anlagen. Ueberdies verleiht das zwangsweise Verfahren der Bahngesellschaft keineswegs ein unbedingtes Eigenthumsrecht auf den Grund und Boden, sondern nur das Recht der ungestörten Benutzung für Eisenbahnzwecke. Erfolgt der

Kauf durch freie Vereinbarung, so wird die Gesellschaft Eigenthümerin des Bodens, und erhält als solche einen Kaufbrief (deed), andernfalls nur ein Nutzungsrecht (Release for Right of Way). Hierbei verdient hervorgehoben zu werden, dafs überhaupt alles Land in Amerika nur entweder Privaten oder den Vereinigten Staaten gehört. Die einzelnen in ihrer Gesetzgebung und Verwaltung sonst souverainen Staaten besitzen kein Land. Von den Vereinigten Staaten können die Ländereien — selbstredend mit gewissen Ausnahmen — zu dem festgesetzten Preise von rot. 10 M. pro Hektar ($1,_{25}$ Dollar pro Acre) erworben werden. Auch war die Regierung schon seit dem Bestehen der Bahnen stets zu umfangreichen Schenkungen von Grund und Boden an die Eisenbahngesellschaften bereit; da dies Verfahren jedoch in den letzten Jahren Veranlassung zu übermäfsigen Speculationen gegeben hat, so ist sie in neuerer Zeit hiermit sehr zurückhaltend geworden.

Vorarbeiten.

Die Ausführung der Vorarbeiten weicht im Allgemeinen nicht von der in Deutschland üblichen Art und Weise ab. Die Mefsinstrumente sind gut und zweckmäfsig. Zu den Höhenmessungen genereller Arbeiten bedient man sich vorzugsweise des Aneroidbarometers. Die Wahl der Linie fällt auf den weiten unbewohnten Strecken selten schwer, weil weder menschliche Wohnungen noch gewerbliche Etablissements hindernd auftreten. Ebensowenig wird auf die Bedürfnisse etwa bereits vorhandener Ansiedelungen Rücksicht genommen, weil man aus Erfahrung weifs, dafs die fertige Bahn auf das Land unberechenbare Einflüsse übt; man verfährt daher lediglich nach dem Grundsatze: „Let the country, but make the railway, and the railway will make the country.“

Die anzufertigenden Pläne werden in einfachster Weise gehalten und bestehen für die freie Strecke nur in dem Eintragen der Bahnmittellinie nebst zwei Seitenlinien zur Bezeichnung des annähernd erforderlichen Grund und Bodens, ferner des Laufes der Flüsse und der Grenzen der Gemeindebezirke (Countys). Das Beschreiben geschieht in einfachster Weise; eine charakteristische Darstellung des Terrains durch Bergstriche und Farben findet nur ausnahmsweise statt.

Neben den Situationsplänen werden besondere Nivellements-, selten auch Horizontal-Pläne angefertigt. Für die Wahl der Curven und Neigungsverhältnisse giebt es keine allgemein anerkannten technischen Vorschriften. Jede Verwaltung stellt ihre eigenen Normen auf, die schliefslich darauf hinauslaufen, unter allen Umständen billig zu bauen, und es deshalb vorzugsweise dem Ermessen des ausführenden Ingenieurs anheim geben, in jedem einzelnen Falle das Richtige und Zweckmäfsige zu wählen.

Eigenthümlich ist die Bezeichnung der Krümmung einer Curve. Dieselbe wird ausgedrückt durch den Centriwinkel eines Kreisbogens von 100 Fufs Länge. Hiernach ist der Radius R zu einer n Grad-Curve abzuleiten aus der Formel:

$$100 : R \cdot \pi = n : 180,$$

woraus $$R = \frac{5730}{n}$$

oder zu einer sogenannten

$$1^0 \text{ Curve ist } R = 5730'$$
$$10^0 \quad - \quad - \quad R = 573'$$

In den Hauptgeleisen kommen Minimalradien von 300^m, in den Nebengeleisen und auf Zweigbahnen nicht selten von 150^m, ja noch weniger vor. Es ist zulässig, so scharfe Curven zu machen, weil der Radstand in dem für die amerikanischen Wagen gewählten Trucksystem nur ca. $1,_{3}{}^m$ beträgt.

Steigungen.

Die Steigungen werden bezeichnet nach der Anzahl von Fufs, welche eine Bahnlinie pro Meile Länge steigt oder fällt.

In den Hauptbahnen sucht man Steigungen von mehr als 1:90 zu vermeiden, doch kommen auf der Pennsylvania-Eisenbahn auch Steigungen von 1:55 vor, und die Philadelphia-Readingbahn weist in ihrem Kohlenrevier eine ca. 5 Kilometer lange Strecke mit einer permanenten Steigung von 1:30 nach, die von 35—40 Tons schweren Locomotiven sicher und leicht befahren wird.

Bahnplanum.

Die Ausführung der Erdarbeiten geschieht nach bekannten Principien. Es ist jedoch auffällig, mit wie grofser Sorgfalt alle tiefen Einschnitte und grofsen Dämme vermieden werden. Ueberall lehnt man sich möglichst unmittelbar an das vorhandene Terrain an, und durch scharfe Curven oder starke Steigungen sucht man die vorhandenen natürlichen Hindernisse zu überwinden, ohne auf die späteren Bedürfnisse eines leichten Betriebes wesentlich Rücksicht zu nehmen.

Statt der Dämme baut man mit Vorliebe hölzerne Viaducte (trestle works), weil das Holz hierzu meistens billig von dem eigenen Grund und Boden gewonnen wird. Eine lange Dauer scheinen diese Bauwerke nicht zu haben, denn man findet, dafs viele derselben nachträglich abgebrochen und durch Eisenconstructionen ersetzt worden sind.

Normalprofile für die Herstellung des Bahnkörpers oder für den lichten Raum der Bahn werden nicht aufgestellt. Es giebt auch hierfür, wie schon oben erwähnt, nur allgemeine Vorschriften, die das Wünschenswerthe bezeichnen, und der practischen Befähigung des ausführenden Ingenieurs anheimgeben, dies mit den geringsten Mitteln zu erreichen. Demgemäfs sollen die Kronenbreite für ein eingeleisiges Planum ca. $4,_{4}{}^m$, für ein zweigeleisiges ca. $8,_{2}{}^m$ betragen, und die Böschungen, ausgenommen in den Felseinschnitten, mit $1^1/_2$-facher Anlage hergestellt werden. Thatsächlich ist das Planum überall nur so breit, dafs die Schwellen eben ein sicheres Auflager haben. Die Einschnitte sind auf das geringste Maafs beschränkt, und die Böschungen der Dämme gehen wenig über den natürlichen Ablagerungswinkel der betreffenden Erdmassen hinaus. Bahngräben oder andere Entwässerungsanlagen für das Planum werden überhaupt nicht resp. nur da angelegt, wo ein unabweisbares Bedürfnifs vorliegt.

Bettungsmaterial.

Als Bettungsmaterial wird Kies jeder Güte und sehr häufig Steinschlag verwendet. Auf den besser verwalteten Bahnen erfährt letzterer eine sehr sorgfältige Bearbeitung durch Maschinen. Die gröfsten Steine haben einen mittleren Durchmesser von 40^{mm}. Die Schüttung wird in einer Stärke von $0,_{3}{}^m$ unter Schwellenunterkante aufgebracht und gewährt eine ausgezeichnete Entwässerung der Geleise. Die Schwellen werden nur bis zur Oberkante verfüllt. Ein Hinterfüllen der Schwellenköpfe scheint niemals vorzukommen, auch wenn das Planum hierzu genügenden Raum darbietet.

Schwellen.

Mit Rücksicht auf den grofsen Holzreichthum des Landes ist der Oberbau überall mit hölzernen Querschwellen durchgeführt.

Die Entfernung der Schwellen von Mitte zu Mitte beträgt $0,_{6}$ m (2′ engl.) und nur in Nebengeleisen geht man zuweilen über dies Maafs hinaus. Diese dichte Lage der Schwellen gewährt den Schienen ein vorzügliches Auflager und mufs als die Hauptursache des dauerhaften und günstigen Zustandes der amerikanischen Bahnen bezeichnet werden. Ein sogenanntes Kappen der Schwellen zur Herstellung eines geneigten Auflagers für die Schienen findet nicht statt; die Schienen werden vielmehr senkrecht zur Schwellenoberfläche aufgenagelt.

Die Dimensionen der Schwellen wechseln bei den einzelnen Bahnen zwischen $2,_{5}$ — $2,_{7}$ m Länge, $0,_{15}$ — $0,_{18}$ m Stärke und $0,_{15}$ — $0,_{25}$ m Breite.

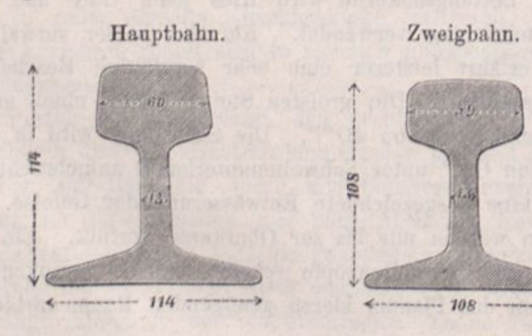
Die Dauer einer Eichenschwelle wird auf durchschnittlich 8 Jahre angenommen, und die Beschaffungskosten betragen durchschnittlich 3 Mark pro Stück.

Das Imprägniren der Schwellen ist bisher über ein Versuchsstadium nicht hinausgekommen.

Schienen.

Es ist bekannt, dafs die nach Vignole benannte breitbasige Eisenbahnschiene im Jahre 1833 von den Amerikanern erfunden wurde, und ersterer sich allein das Verdienst der Einführung nach Europa erworben hat. Der practische Sinn der Amerikaner erkannte sofort den hohen Werth dieser Schienenform, behielt sie bis heute ohne wesentliche Veränderung bei und richtete vorzugsweise sein Augenmerk auf die Verbesserung des für die Schienen zu verwendenden Materials. Hierbei interessirt uns die Bemerkung, dafs den für äufsere Einflüsse oft schwer zugänglichen Amerikanern die von Th. Weishaupt und Malberg in den Jahren 1851 und 1857 und später von M. M. Freih. v. Weber angestellten Versuche über die Tragfähigkeit der Schienen nicht unbekannt sind, und sie die gewonnenen Resultate zu verwerthen streben.

Auf die Fabrikation der Schienen wird ein selten hoher Werth gelegt; deshalb hat jede gröfsere Bahnverwaltung entweder ihre eigenen Walzwerke, oder bezieht ihren Bedarf nur aus solchen Werken, deren anderweitige Handelsbeziehungen zu ihr jeden Zweifel über eine gute Lieferung ausschliefsen. Bei nahezu gleichem Querschnitt ist die Höhe der amerikanischen Schienen etwas geringer als auf unseren Bahnen; sie beträgt bei alten Bahnen und in Nebengeleisen oft nur 91 mm ($3^1/_2$ ″ engl.). Gegenwärtig lassen die meisten Verwaltungen für die Hauptbahnen nur 114 mm ($4^1/_2$ ″ engl.) und für die Zweigbahnen 102 mm (4″ engl.) hohe Schienen anfertigen.



Kopf und Fufs der Schienen zeigen die auch auf unseren Bahnen üblichen Dimensionen, während der Steg eine verhältnifsmäfsig gröfsere Stärke, d. h. nie unter 12 mm, häufig bis 16 mm erhält. Vorstehende Skizzen zeigen die bei der Pennsylvania Bahn üblichen Profile für Stahlschienen. Die Schienen der Hauptbahn sind 114 mm hoch und wiegen $36,_{5}$ Kg. pro laufenden Meter; die der Nebenlinien übersteigen das sonst übliche Höhenmaafs; sie sind 108 mm hoch und wiegen $32,_{5}$ Kg. pro laufenden Meter. Die Länge der amerikanischen Schienen beträgt meist $7,_{3}$ m (24′ engl.). In neuerer Zeit geht man jedoch über dies Maafs hinaus und verwendet bei Neu- und Umbauten fast ausschliefslich nur $9,_{15}$ m (30′ engl.) lange Schienen. Nach den bisherigen auf Grund gründlichster Prüfung beruhenden Erfahrungen der amerikanischen Bahnen sind die mit diesen langen Schienen erzielten Vortheile gegen die etwaigen Nachtheile so überwiegender Natur, dafs auch den deutschen Bahnen die Verwendung 9 m langer Schienen auf's dringendste empfohlen werden kann. Nebenbei sei hier erwähnt, dafs die Lackawanna Iron and Coal Company in Philadelphia eine 113 mm hohe Stahlschiene von $24,_{4}$ m (80′ engl.) Länge, und die Edgar Thomson Steel Company aus Pittsburg sogar eine 102 mm hohe Stahlschiene von $36,_{6}$ m (120′ engl.) Länge (the longest rail of the world) und 1240 Kg. Schwere ausgestellt hatten. Wenn derartige Leistungen zunächst auch nur als Curiosa zu betrachten sind, so legen sie doch ein beredtes Zeugnifs ab für das Bestreben der Amerikaner, die Continuität der Geleisgestänge durch Verwendung möglichst langer Schienen zu erhöhen. Die Verwendung des Eisens zu Schienen ist seiner vorzüglichen Beschaffenheit und des geringen Preises wegen zur Zeit noch überwiegend.

Der jährliche Bedarf an Schienen soll in den Vereinigten Staaten gegen 1 Million Tonnen betragen, darunter ca. 180000 Tonnen Bessemerstahlschienen. Die durchschnittliche Dauer der Eisenschienen wird bei gewöhnlichem Betriebe auf 8 Jahre gerechnet, doch kommen nicht selten Schienensorten von erheblich gröfserem Alter vor. Die Philadelphia-Readingbahn hat in ihrem Kohlenrevier Eisenschienen liegen, die nach 22jähriger Dauer bei lebhaftem Betriebe noch gut erhalten sind. Die Cambria-Iron Steel Works zu Johnston hatten in Philadelphia Schienen ihrer Hütte ausgestellt, welche in den Hauptgeleisen der Dayton- und Michiganbahn unter starkem Betriebe 19 Jahre gelegen hatten, noch wohl erhalten sind und von dem Originalgewicht von $25,_{5}$ Kg. pro lfd. Meter nur $4,_{762}$ % verloren haben. In beiden Fällen kann die über jene Schienen gegangene Bruttolast nicht bestimmt werden; man nimmt jedoch mit Sicherheit an, dafs sie das Maafs späterer Beobachtungen erheblich überschreitet. Andere Schienen dieser Hütte, welche in den Hauptgeleisen der Pennsylvaniabahn gelegen haben, sind nach 10jährigem Gebrauch noch tadellos und erlitten nach dem Uebergange einer Bruttolast von 40827000 Tonnen an dem Originalgewicht von $36,_{5}$ Kg. pro lfd. Meter einen Verlust von $2,_{352}$ %.

Es dürfte von Interesse sein, das Verfahren der Schienenfabrikation in den Werken der vorzüglich verwalteten Philadelphia-Readingbahn näher kennen zu lernen. Dasselbe besteht vorzugsweise in der Umarbeitung alter Schienen zu neuen und hat so gute Resultate ergeben, dafs sich andere Bahnverwaltungen ihm anschliefsen. Der jährliche Schienen-

bedarf jener Verwaltung variirt zwischen 15—20000 Tonnen. Zur weiteren Orientirung sei hier angeführt, dafs dieselbe rot. 2500 Kilometer Geleise im Betriebe hat. Zur Bewältigung des Verkehrs dienen gegen 400 Locomotiven, 15000 Kohlenwagen, 4000 andere Frachtwagen und 300 Personenwagen. Auf der Hauptbahn allein werden jährlich über 6 Millionen Tonnen Kohle befördert.

Das zu Reading angelegte Schienenwalzwerk umfafst 12 Puddelöfen und 10 Flammöfen, und seine jährliche Leistungsfähigkeit beträgt 20000 Tonnen Schienen, welche aus einer combinirten Masse von ca. $^2/_3$ alter Schienen und $^1/_3$ neuem Puddeleisen hergestellt werden. Die Methode der Fabrikation ist folgende: Nachdem die alten abgenutzten Schienen durch eine Schneidemaschine in Stücke von ca. $1{,}_{25}$ ^{m} Länge zertheilt sind, werden aus je drei Stücken alter Schienen und zwei Lagen Puddeleisen Packete gemäfs

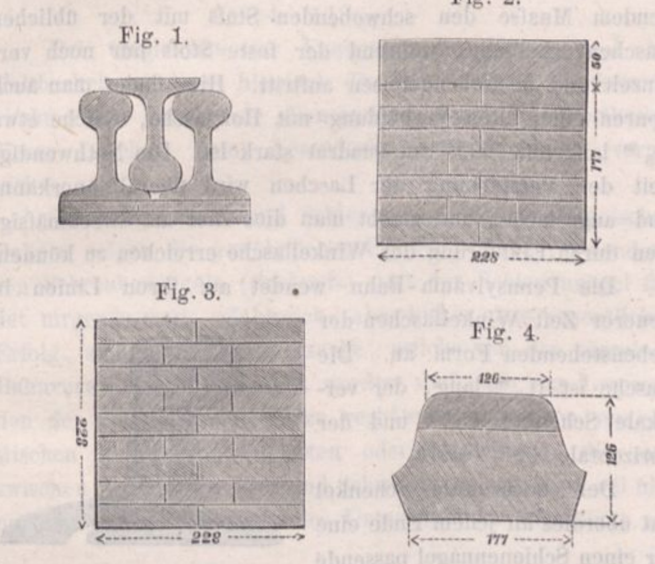


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

der vorstehenden Figur 1 hergestellt. Diese Packete werden zunächst in dem Flammofen geglüht und in Platten von 76^{mm} resp. 114^{mm} Breite bei 25^{mm} Stärke gewalzt. Aus diesen Platten wird wiederum ein Packet nach Figur 2 von 177^{mm} Höhe gebildet. Das obere, 228^{mm} breite und 50^{mm} starke für den Kopf der Schiene bestimmte Stück dieses Haufens ist besonders und zwar aus einem Packet von 228^{mm} im Quadrat (Figur 3) gewalzt und bildet ca. 22 % der ganzen Masse. Der für die Schiene bestimmte Haufen (Figur 2) wird demnächst unter eine Walzenstrafse mit drei Walzenweichen gebracht und in sechs Gängen zu einer Luppe (Figur 4) von 126^{mm} Höhe und in der Basis 177^{mm}, im Scheitel 126^{mm} Breite gewalzt.

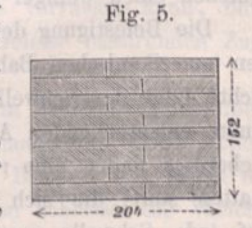
Hierauf bringt man die Luppe nochmals ca. 15 Minuten lang in einen besonderen Flammofen (reheating furnace) und walzt sie dann in einer Walzenstrafse mit nur zwei Reihen in abermals sechs Gängen zu der 114^{mm} ($4^1/_2$" engl.) hohen Schiene aus.

Man glaubt, dafs die Verbindung des Puddeleisens mit alten Schienen jene Trockenheit aufheben soll, welche gewöhnlich dem alten Eisen anhaftet, und will hierdurch eine bessere Schweifsung erzielen. Die Luppe, welche weifsglühend dem zweiten Walzen unterzogen wird, ist schon in den drei ersten Gängen vorzüglich geschweifst; überdies erfolgt das Walzen hierbei nur nach einer Richtung hin, wodurch die Schlacke nahezu gänzlich ausgetrieben wird. Vor dem Verlegen der Schienen in die Geleise erhalten dieselben einen Stempel mit der Monatsangabe der Verlegung. Ebenso wird genau Buch geführt über die Ausrangirung der abgenutzten Schienen und die darüber bewegte Bruttolast. Diese Controlle hat ergeben, dafs z. B. von den im Jahre 1870 verlegten 17500 Tonnen Schienen nach sechsjährigem Gebrauch ca. 17 % ausgewechselt sind, nachdem darüber eine Bruttolast von ca. 50 Millionen Tonnen gegangen war. Von den im Jahre 1872 verlegten 20000 Tonnen Schienen sind $6^1/_2$ % nach einem Uebergange von 35 Millionen Tonnen ausgewechselt. Hierbei mufs bemerkt werden, dafs im Hinblick auf das wenig kostspielige Umwalzen der Schienen dieselben im Betriebe nicht einer so starken Abnutzung unterworfen werden, wie es wohl auf andern amerikanischen Bahnen der Fall ist.

Die nach vorstehender Methode fabricirten Schienen haben, wie dies erläutert ist, in dem Kopfe Eisen aus alten Schienen. Vergleichsweise seien nun auch diejenigen Resultate hier mitgetheilt, welche dieselbe Bahnverwaltung durch mehrjährige genaue Beobachtungen über die Dauerhaftigkeit solcher Schienen gewonnen hat, deren Köpfe aus neuem Eisen hergestellt worden sind.

Die Fabrikation der letzteren Sorte Schienen geschah folgendermafsen: Aus neuem Puddeleisen wurden zunächst 114^{mm} resp. 90^{mm} breite und 19^{mm} starke Platten gewalzt, und daraus ein 204^{mm} breites und 152^{mm} hohes Packet nach Figur 5 gebildet. Dieses Packet wurde wiederum in Platten von 114 resp. 76^{mm} Breite und 25^{mm} Stärke gewalzt, und daraus ein Packet von 228^{mm} im Quadrat nach Figur 3 hergestellt, aus welchem in gleicher Weise, wie früher, die 228^{mm} breite und 50^{mm} starke Kopfplatte für das Schienenpacket Figur 2 gewalzt wurde. Bei diesem letzteren Walzen fand jedoch eine Abwechselung statt, indem die Packete theils mit horizontaler, theils mit vertikaler Richtung der Lagerfugen ausgewalzt wurden, wodurch ein weiterer Vergleich über die Dauerhaftigkeit von Schienenköpfen mit horizontaler und vertikaler Schweifsung angestellt werden konnte.

Fig. 5.



Die übrigen Manipulationen zur Fertigstellung der Schienen entsprachen dem früheren Verfahren. Ferner wurden die Kopfplatten, sorgfältig sortirt, in drei Klassen getheilt und das Eisen auf absolute Festigkeit geprüft. Letztere betrug pro Quadrat-Centimeter in max. 5280, in min. 3600 Kg. und zwar durchschnittlich:

1) für gewöhnliches Eisen . . 5050 Kg.
2) für rothbrüchiges Eisen . . 4850 -
3) für kaltbrüchiges Eisen . . . 4200 -

Die Bruttolast — also incl. Maschine und Wagen — welche über die Schienen gegangen ist, bevor sie soweit abgenutzt waren, dafs sie ausgewechselt werden mufsten, giebt nachstehende Tabelle an:

Art des Eisens.	Schienen mit horizontal gewalzter Kopfplatte. Tonnen	Schienen mit vertikal gewalzter Kopfplatte. Tonnen
Rothbrüchig, durchschn.	26.959808	22,819300
Gewöhnlich, -	22,412593	28,789361
Kaltbrüchig, -	26,645538	33,472600

Eine Analyse des Eisens der besten Schienenköpfe ergab:

Phosphor . .	$0_{,422}$	%
Silicium . .	$0_{,392}$	-
Schwefel . .	$0_{,032}$	-
Mangan . .	$0_{,164}$	-
Kohlenstoff .	$0_{,027}$	-
Eisen . . .	$98_{,963}$	-
zusammen	$100_{,00}$	%

Diese Versuche haben zwar erwiesen, dafs kaltbrüchiges Eisen für die Schienenköpfe scheinbar den Vorzug verdient, aber noch mehr ist klar gelegt, wie weit die Dauerhaftigkeit der Schienenköpfe aus alten Schienen nach der oben beschriebenen Fabrikationsmethode einer solchen der Schienenköpfe aus neuem Eisen voransteht.

Während die mittlere Leistungsfähigkeit der letzteren schon durch eine Bruttolast von 30,000000 Tonnen erreicht ist, geht sie für Schienenköpfe aus altem Eisen über die Last von 50,000000 Tonnen hinaus.

In Folge dieser für die Schienenfabrikation aus alten Schienen gewonnenen günstigen Resultate, sowie der damit verbundenen erheblichen Kostenersparnifs sah sich die Bahnverwaltung veranlafst, von der Verwendung theurer Stahlschienen einen weniger umfangreichen Gebrauch zu machen.

Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen ist bei den amerikanischen Bahnen eine sehr gesicherte, weil die dichte Lage der Schwellen — $0_{,6}$ m von Mitte zu Mitte — einen entsprechenden Aufwand von Schienennägeln bedingt. Ueberdies findet eine reichliche Verwendung von Unterlagsplatten statt, die sich in scharfen Curven nicht selten bis auf jede Schwelle erstreckt. Zuweilen schützt man den äufsern Schienenstrang gegen das Umkippen durch passende gufseiserne Schuhe oder man nagelt auf die ganze Länge desselben eine zweite Schiene dagegen.

Diese und viele ähnliche Constructionen beweisen, in wie hohem Grade die Amerikaner bemüht sind, die Sicherheit des Betriebes zu wahren, und wie sie da, wo die Mittel vorhanden sind, auch wahrlich keine Kosten zur Erreichung jenes Zweckes scheuen.

Spurweite.

Als ein empfindlicher Uebelstand der amerikanischen Bahnen müssen die verschiedenen Spurweiten bezeichnet werden, weil sie den Uebergang der Fahrzeuge von der einen zur anderen entweder ganz unmöglich machen oder mindestens erschweren.

Man hatte früher vorzugsweise:

a. eine Spurweite von $1_{,436}$ (4' 8½" engl.)

b. - - - $1_{,474}$ (4' 10" engl.),

dies führte zu einem Compromifs, wonach

c. eine gemittelte Spurweite von $1_{,455}$ (4' 9¼" engl.) als wünschenswerth erkannt und von vielen Bahnverwaltungen angenommen worden ist. Damit nun dieselben Wagen alle drei Spurweiten befahren können, richtet man entweder das eine Rad auf der Achse verstellbar ein, oder giebt meistentheils den Radflanschen einen für die engste Spurweite passenden Spielraum und der Lauffläche des Radkranzes eine so grofse Breite, dafs sie auch für die grofse Spurweite hinreicht.

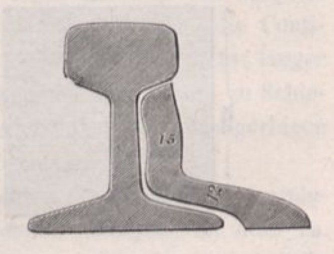
Neben den benannten Spurweiten existirt z. B. auf der Eriebahn eine solche von $1_{,83}$ m (6' engl.). Diese Verwaltung hat jedoch aus Verkehrsrücksichten sich genöthigt gesehen, in jedes Geleis einen dritten Schienenstrang einzulegen, um so für fremde Wagen ein Geleis mit der Spurweite von $1_{,474}$ m herzustellen. Die Beseitigung jener grofsen Spurweite ist indefs nur eine Frage der Zeit.

Eine Spurerweiterung der Geleise wird, wie schon oben erwähnt, mit Rücksicht auf den durch das Trucksystem bedingten geringen Radstand der Fahrzeuge von ca. $1_{,3}$ m selbst in scharfen Curven nicht angelegt. Dagegen ist in den Curven auf eine angemessene Ueberhöhung des äufsern Schienenstranges und einen sanften Anschlufs der Curve an die Gerade überall Bedacht genommen.

Stofsverbindungen.

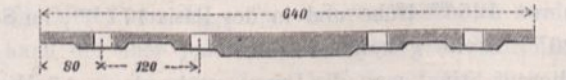
Die Geleise aller besseren Bahnen zeigen in überwiegendem Maafse den schwebenden Stofs mit der üblichen Laschenverbindung, während der feste Stofs nur noch vereinzelt und in Nebengeleisen auftritt. Hier findet man auch Spuren einer alten Verbindung mit Holzlasche, welche etwa $0_{,8}$ m lang und 80 mm im Quadrat stark ist. Die Nothwendigkeit der Verstärkung der Laschen wird überall anerkannt und angestrebt, und glaubt man dies Ziel am zweckmäfsigsten durch Einführung der Winkellasche erreichen zu können.

Die Pennsylvania-Bahn wendet auf ihren Linien in neuerer Zeit Winkellaschen der nebenstehenden Form an. Die Lasche ist $0_{,6}$ m lang, der verticale Schenkel 15 mm und der horizontale 12 mm stark.



Der horizontale Schenkel hat überdies an jedem Ende eine für einen Schienennagel passende Einklinkung. So gewährt diese Winkellasche nicht nur der ganzen Verbindung eine gröfsere Steifigkeit, sondern verhindert gleichzeitig, indem sie sich mit ihren Einklinkungen gegen zwei Schienennägel lehnt, in höchst wirksamer Weise ein Verschieben der Schienen nach der Längenrichtung. Der Kostenersparnifs wegen wird in jeder Stofsverbindung nur eine Winkellasche und zwar auf der äufseren Seite der Schiene angebracht, während auf der innern Seite die gewöhnliche Plattenlasche beibehalten ist.

Vor kurzer Zeit hat der Ingenieur Sampson eine nach



ihm benannte verstärkte Plattenlasche von vorstehendem Längenschnitt construirt und über die Haltbarkeit mehrerer Stofsverbindungen vergleichende Versuche angestellt, deren Resultate hier mitgetheilt sein mögen.

Es wurden der Prüfung unterworfen:

1) eine Stofsverbindung mit der Sampson'schen Lasche: 2 Laschen à $0_{,64}$ m lang; ohne Bolzen $10_{,25}$ Kg. schwer.

2) eine gewöhnliche Laschenverbindung: 2 Laschen à $0_{,6}$ m lang; Gewicht ohne Bolzen 9 Kg.

3) eine Laschenverbindung mit einer gewöhnlichen und einer Winkellasche, $0_{,6}$ m lang; $4_{,5} + 9 = 13_{,5}$ Kg. schwer.

4) eine Laschenverbindung mit 2 Winkellaschen, $0,_6$ m lang, 15 Kg. schwer.

Die Prüfung geschah bei einer Temperatur von 16° R. und unter Anwendung von neuen Stahlschienen.

Die Haltbarkeit in Procenten ausgedrückt ergab folgendes Resultat:

A. für die Elasticitätsgrenze resp. bleibende Durchbiegung:

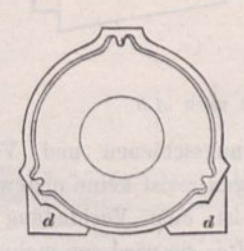
No. 1	$100,_{00}$	%
- 2	$38,_{46}$	-
- 3	$46,_{17}$	-
- 4	$115,_{38}$	-

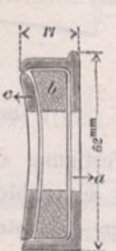
B. für die Bruchgrenze:

No. 1	$100,_{00}$	%
- 2	$78,_{87}$	-
- 3	$81,_{70}$	-
- 4	$118,_{31}$	-

Bei vergleichsweiser Erwägung der Kosten und der Haltbarkeit verdient hiernach die Sampson'sche Laschenverbindung den Vorzug vor allen andern, zumal die Fabrikation dieser Laschen keine besonderen Schwierigkeiten verursachen soll.

Schraubenbolzen und Schienennägel der amerikanischen Bahnen zeigen die gewöhnlichen Formen. Eine Verwendung von Schraubennägeln (tirefonds) statt der Schienennägel findet nirgends statt. Zahlreich, aber bisher ohne wesentlichen Erfolg, sind die vielen Versuche, welche von den einzelnen Bahnverwaltungen angestellt worden sind, um das Loswerden der Schraubenmuttern zu verhüten. Abgesehen von elastischen kleinen Buckelplatten oder Stahlringen, die man zwischen Schraubenmutter und Schienensteg anbringt, sei hier nur ein häufig vorkommendes Unterlagsstück angeführt, wie





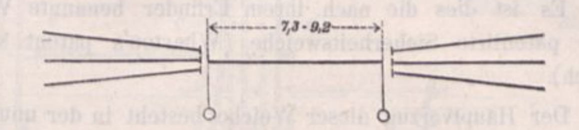
es in vorstehender Skizze angedeutet ist. Dasselbe besteht zunächst aus einer gufseisernen Hülse *a*; in dieselbe wird ein Gummiring *b* und auf diesen die gebuckelte Eisenplatte *c* gelegt. Durch die schwache Umbiegung dreier kleiner Nasen, welche an der Hülse *a* angebracht sind, werden alle drei Theile zusammengehalten. Die kleinen Lappen *d* der Hülse *a* stützen sich gegen den Schienenfufs und verhindern ein Drehen des ganzen Zwischenstückes beim Anziehen der Schraubenmutter.

Die Dauer der Wirksamkeit dieser Zwischenstücke hängt offenbar von der Haltbarkeit der Gummiringe ab. Sichere Angaben hierüber hat keine Bahnverwaltung gegeben, doch lassen die vielfachen Anpreisungen derselben auf der Ausstellung zu Philadelphia sie empfehlenswerth erscheinen.

Weichen.

Den schwächsten Punkt in den amerikanischen Geleisanlagen bilden die Weichen, und wenn durch dieselben nicht mehr Betriebsunfälle herbeigeführt werden, als es thatsächlich der Fall ist, so mufs dies Verdienst neben der Achtsamkeit des Stationspersonals, vorzugsweise der aufserordentlich vorsichtigen Fahrt der Locomotivführer zugeschrieben werden.

Auf allen Bahnen findet fast ausschliefslich die Schleppweiche einfachster Construction Verwendung; daneben tritt die Kreuzweiche auf, während man die Vorzüge der englischen Weiche nicht anzuerkennen scheint, und von deren Einführung bisher Abstand genommen hat.



Kreuzen drei Geleise nach vorstehender Skizze auf einem Punkte, so wird selbst auf den frequentesten Bahnhöfen die Verbindung einfach durch ein $7,_3 - 9,_2$ m langes Zwischenstück bewirkt, welches aus zwei Schienen besteht, die durch 7 — 9 Querstangen mit einander verbunden sind. Die richtige Einstellung erfolgt vermittelst zweier ebenso einfacher Weichenböcke. Das Zwischenstück ist höchst elastischer Natur und liegt entweder unmittelbar auf den Schwellen auf, oder man hat auf diese zur Herstellung einer besseren Gleitungsfläche dünne Streifen von Bandeisen genagelt.

Distanzpfähle, welche dem Locomotivführer andeuten, wie weit er in dem Weichenstrange vorrücken kann, ohne von einem auf dem benachbarten Geleise passirenden Zuge erfafst zu werden, kennt man nicht.

Will ein Zug vom Hauptgeleis in das Nebengeleis übergehen, so steigt in gewöhnlicher Ermangelung des Weichenstellers vorher der Heizer oder ein Bremser ab, öffnet mit einem in seinen Händen befindlichen Schlüssel die Weiche, stellt sie ein und schliefst sie sofort wieder nach dem Passiren des Zuges ab.

Erst in den letzten Jahren hat auch die Zungenweiche mit unterschlagender Spitze und zwar durch Bemühung eines Deutschen, des Chef-Ingenieurs Lorenz der Philadelphia-Reading Bahn, Eingang gefunden. Herr Lorenz hat überdies in die Zugstange eine Verbindung eingelegt und sich patentiren lassen, die es auch bei geschlossener Weiche den Zügen gestattet, aus dem Nebengeleise in das Hauptgeleis einzufahren.

Die Zugstange besteht einfach, wie die Skizze auf Blatt Q zeigt, aus zwei Theilen. In der Mitte befindet sich an dem Ende des einen Theiles ein Gehäuse, durch dessen Boden das Ende des andern Theils hindurch reicht. Auf dieses Ende sind, und zwar auf jede Seite des Gehäusebodens je zwei Gummiringe geschoben, welche durch je eine Mutterschraube in ihrer Lage festgehalten werden. Fährt nun ein Zug bei geschlossener Weiche aus dem Nebengeleis nach dem Hauptgeleise, so drückt zunächst der Radflansch gegen die Zungenspitze; dieser Druck wird vermittelst der Zugstange auf die Gummirnge übertriagen, sie pressen sich zusammen und gewähren der Zungenspitze den für das Passiren der Räder nöthigen Spielraum, worauf die Weiche sich vermöge der Elasticität der Gummiringe sofort wieder schliefst.

Zur Sicherung der Fahrt sind vor der Zungenspitze zwei scheinbar überflüssige Zwangsschienen angebracht. Es ist einleuchtend, dafs die Function der Weiche von der Güte der Gummiringe abhängt; da jedoch die an den Probeweichen verwendeten Ringe nach 8jährigem Gebrauch noch

unversehrt erscheinen, so trägt man gegen deren umfangreichere Verwendung kein Bedenken. Die Züge passiren diese sogenannte Sicherheitsweiche (Lorenz safety switch) mit jeder beliebigen Geschwindigkeit.

Noch einer neuen Weichenconstruction mufs hier gedacht werden, deren Modell nicht nur auf der Ausstellung allgemeine Aufmerksamkeit erregte, sondern deren Annahme von Seiten mehrerer Bahnverwaltungen auch bereits gesichert ist. Es ist dies die nach ihrem Erfinder benannte Wharton's patentirte Sicherheitsweiche (Wharton's patent safety switch).

Der Hauptvorzug dieser Weiche besteht in der ununterbrochenen Durchführung beider Schienenstränge des Hauptgeleises. Die Figur auf Blatt Q zeigt die geschlossene Weiche. Um nun bei geöffneter Weiche die Züge aus dem einen Geleis in das andere überführen zu können, hat die Oberfläche der Zungenschienen eine convexe Gestalt erhalten. Die Wagenräder steigen demgemäfs allmälig zu solcher Höhe an, dafs die Flanschen der Räder bequem über die Hauptgeleise hinweggehen, und werden dann ebenso auf das gewöhnliche Niveau der Schienenoberfläche wieder hinabgeleitet. Die Höhenlage der Schienen zu einander ist in den daneben angedeuteten Querschnitten klar gelegt. Eigenthümlich ist die rinnenartige Form der sogenannten spitzen Weichenschiene (pointed switch rail), welche zur Führung des Radflansches dient. Hierdurch wird das geleitete Rad seitwärts gedrängt, und die Lauffläche des correspondirenden Rades mufs auf den Kopf der zweiten Weichenschiene aufsetzen, so dafs die Ueberführung über die Schienen des Hauptgeleises in gleichmäfsiger Weise und, wie die Erfahrung lehrt, ohne Stöfse und Schläge erfolgt.

Um die Radflanschen möglichst frühzeitig zu fassen, ist die spitze Weichenschiene länger gemacht, als die andere Schiene. Die Zwangsschiene *A* hat lediglich den Zweck, den Lauf der Räder zu sichern, während *B* an dem einen Ende beweglich ist und mit den Zugstangen der Weiche durch einen Hebel in Verbindung steht. Ist die Weiche nun etwa für das Nebengeleis geöffnet, und es kommt ein Zug auf dem Hauptgeleise in der Richtung des Pfeiles an, so drückt der Radflansch die Zwangsschiene bei Seite; vermöge des Hebels wird die Weiche geschlossen und das Hauptgeleis für alle nachfolgenden Züge frei gemacht.

Von besonderem Werthe ist die Weiche für Hauptbahnen, an die, wie z. B. in Kohlenrevieren, viele Zweigbahnen angeschlossen werden sollen, weil dies geschehen kann, ohne die Schienen des Hauptgeleises mit alleiniger Ausnahme an der Stelle des Herzstückes zu durchbrechen.

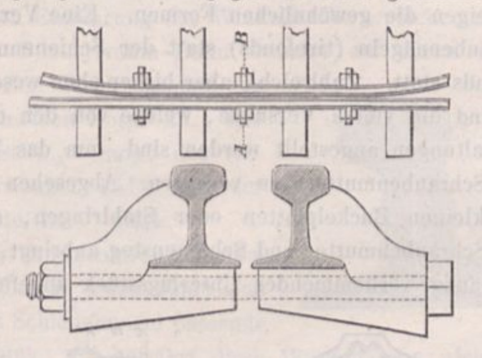
Herzstücke und Geleiskreuzungen.

Herzstücke und Geleiskreuzungen zeigen keine von den gewöhnlichen Constructionen abweichenden Formen; jedoch verdient hervorgehoben zu werden, dafs man den Herzstücken aus Stahlschienen den Vorzug vor solchen aus Gufsstahl oder Hartgufs giebt und seit einiger Zeit in den Hauptgeleisen nur die ersteren verwendet.

Die Skizze auf Blatt Q stellt ein Herzstück aus Gufsstahlschienen dar, welches der Pennsylvania-Stahl-Compagnie patentirt ist und von ihr für mehrere grofse Bahnverwaltungen geliefert wird.

In Folge der häufigen Bahnkreuzungen im Niveau ist man genöthigt, der Construction der Geleiskreuzungen eine grofse Sorgfalt zuzuwenden. Auf Blatt Q ist eine Geleiskreuzung derselben Fabrik gegeben, die sich trotz ihrer scheinbar sehr complicirten Construction im Gebrauche bewährt haben soll. Auf den Schwellen liegen zunächst dünne Eisenblechplatten, darüber eine hölzerne Bohle, welche selbst als Unterlager für eine grofse schmiedeeiserne Platte dient. In der Oberfläche dieser Platte befinden sich entsprechend der Schienenlage Rinnen, welche mit Leder oder Gummistreifen ausgefüttert werden, um auf diese Weise ein möglichst elastisches Auflager für die Schienen zu erhalten. Die vier Schnittpunkte der Schienengestänge werden durch eingelegte gufseiserne Zwischenstücke in ihrer Lage unverrückbar gehalten.

Dieselbe Fabrik fertigt ähnliche Geleiskreuzungen, bei denen jede Unterlage fehlt; die Schienen werden vielmehr direct auf den Schwellen mittelst gewöhnlicher Schienennägel befestigt. Um jedoch der ganzen Kreuzung eine genügende Festigkeit zu verleihen, sind nicht nur die Schnittpunkte der Gestänge, sondern die ganze Schienenlage der Kreuzung mit gufseisernen Zwischenstücken ausgefüttert und durch eingezogene Bolzen gegen einander gesichert.



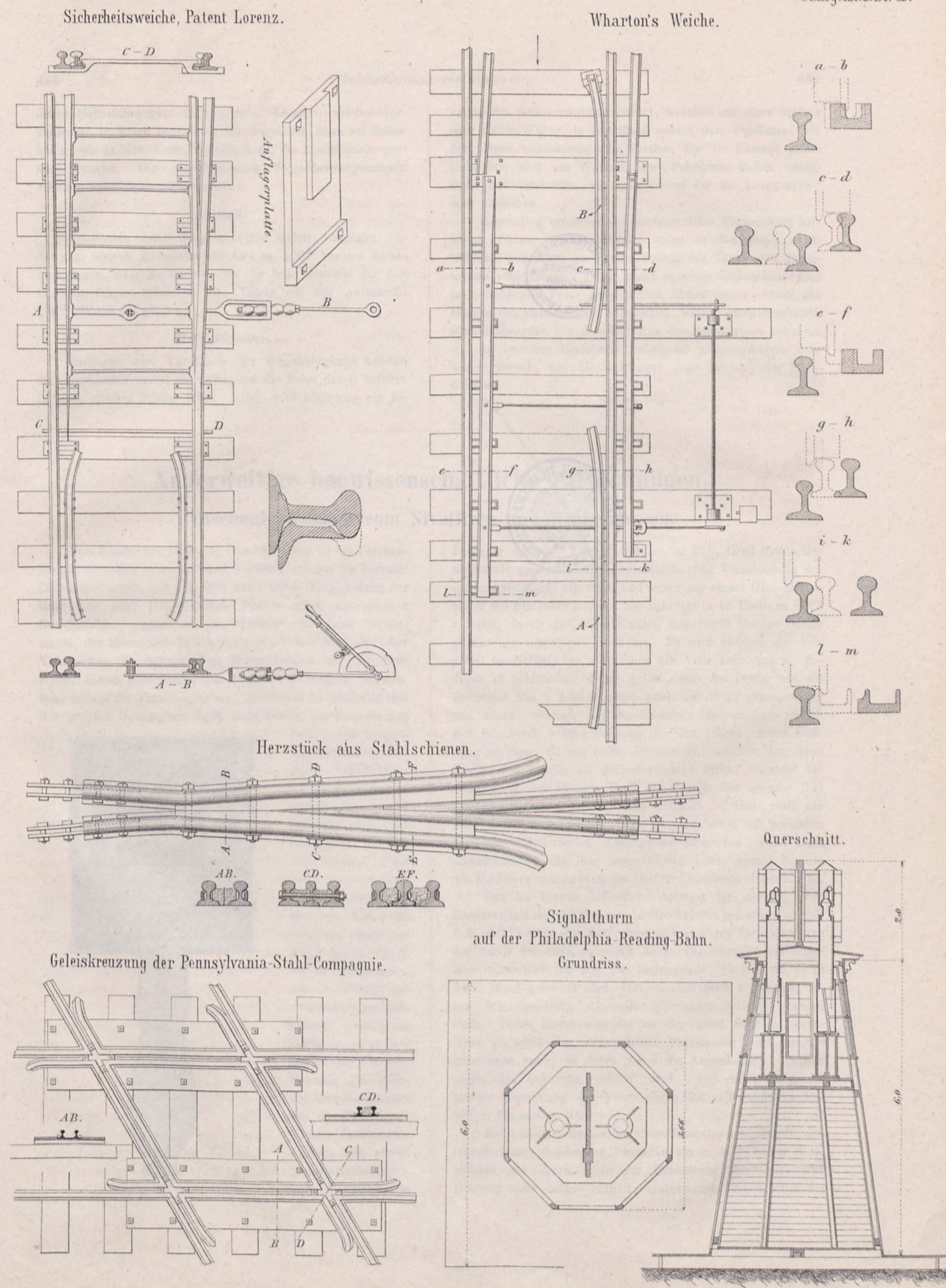
Querschnitt nach *AB*.

Die Befestigung der Zwangsschienen und Verbindung derselben mit der Schiene zeigen meist keine ungewöhnlichen Constructionen. Vorstehend ist eine Verbindung gegeben, die weniger bekannt sein dürfte; sie wird von mehreren dortigen Bahnverwaltungen angewendet und soll sich auch bewährt haben. An die äufseren Seiten beider Schienen werden gufseiserne Schuhe angelegt, und dieselben durch einen unter dem Schienenfufs durchgeführten starken Bolzen zu einem unverrückbaren Ganzen verbunden. Es ist einleuchtend, dafs der von dem Radflansch auf die Zwangsschiene ausgeübte Seitendruck auf den Bolzen übertragen wird und dessen relative Festigkeit in Anspruch nimmt. Dies macht den Werth der ganzen Construction zweifelhaft und stellt sie jedenfalls einer Verbindung hintenan, welche die Lage der Schienen zu einander mittelst Bolzen sichert, die durch den Steg der Schienen gezogen werden.

Wegeübergänge.

Aus ökonomischen Rücksichten werden die Wegeübergänge meist im Niveau übergeführt. Zur Sicherung der Ueberfahrt für Landfuhrwerk werden dieselben in der bekannten Weise mit Bohlenbelag befestigt.

Aber auch hier macht die Neuzeit ihre Ansprüche geltend, und man sieht sich genöthigt, frequente Uebergänge



Lith. Anst. v. W. Loeillot in Berlin.

durch Ueberführungen zu ersetzen. Letztere werden vorzugsweise in Eisen hergestellt und erreichen dann auf Bahnhöfen, wie in New-York, Altoona u. a., die Dimensionen grofser Brücken. Die anschliefsenden Wegeübergangsrampen erhalten ortsübliche Steigungen.

Anzeiger.

Gradienten oder Neigungszeiger fehlen; dagegen findet man überall Meilenanzeiger und ca. 100^{m} vor den Bahnübergängen, oder an Stellen, wo die freie Aussicht für den Locomotivführer behindert ist, Tafeln mit der Aufschrift: „W“ (Wistle = pfeifen).

Einfriedigungen.

Barrieren zum Verschlufs der Wegeübergänge kennen die Amerikaner selbst da nicht, wo die Bahn durch belebte Strafsen grofser Städte führt. Hier wird höchstens ein Invalide der Bahnverwaltung postirt, welcher mit einer weifsen oder rothen Fahne in der Hand sowohl dem Publikum, wie den Zügen charakteristische Zeichen für die Passage giebt. Ueberdies sind zur Warnung des Publikums Tafeln aufgestellt mit Inschriften wie „Lock out for the Locomotive“ oder ähnlichen.

Eigenartig erscheint die umfangreiche Verwendung hölzerner Zäune, welche überall, selbst in den weiten unbewohnten Gegenden zu beiden Seiten der Trace das Bahnterrain einfriedigen. Diese meist in einer Zickzacklinie und in primitivster Form aufgeführten Zäune sollen einmal die Grenze des Bahnterrains bezeichnen, sodann auch namentlich Rindviehheerden von dem Betreten des Bahnkörpers abhalten.

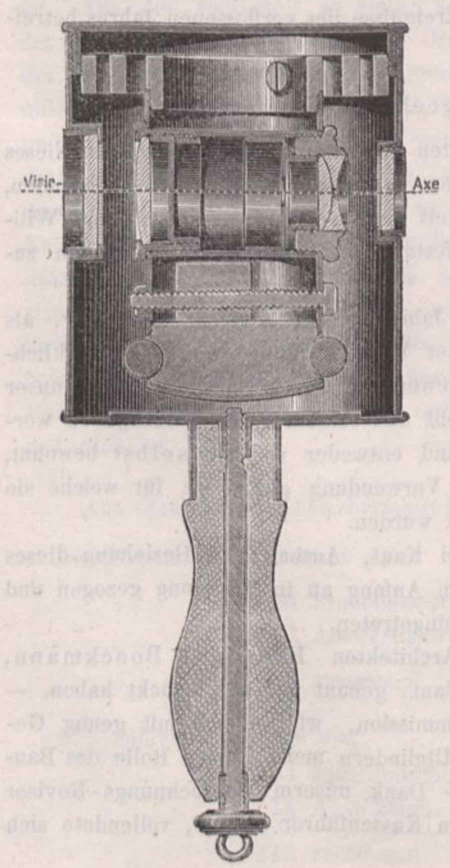
In letzterer Beziehung haben sie gewissermafsen denselben Zweck, wie die Kuhfänger (cow catcher) der Locomotiven.

(Schlufs folgt.)

Anderweitige bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Tascheninstrument zum Nivelliren und Winkelmessen.

Vom Baumeister Bohne in Charlottenburg ist ein Taschen-Niveau erfunden und construirt worden, welches zu Terrain-Recognoscirungen und schneller numerischer Vergleichung der Höhenlage aller terrestrischen Punkte eines vorliegenden Gesichtsfeldes, Aufnahmen von Versuchs- und Quer-Nivellements, der Horizontal-Schichtlinien etc. behufs bautechnischer Vorarbeiten, zu nivellitischen Bestimmungen auf der Baustelle, behufs Berechnung von Erdausschachtungen, horizontaler Anlage der Fundamente etc., überhaupt zu kleineren und der gröfsten Genauigkeit nicht bedürfenden Nivellements sich wohl eignen möchte.



Das Instrument, welches beistehender Vertikalschnitt in natürlicher Gröfse darstellt und das incl. Etui nur ca. 300 Gramm wiegt und somit bequem in der Tasche tragbar ist, bildet im Aeufsern einen nur $5\frac{1}{2}^{cm}$ hohen, $4\frac{1}{2}^{cm}$ weiten cylindrischen, zur Durchsicht mit zwei parallelen Planglässern versehenen Behälter, in dessen Innern die Visireinrichtung sich befindet. Dieselbe besteht, der des Präcisions-Nivellir-Instruments analog, aus einem kleinen Galiläischen, also terrestrischen Fernrohr von 28^{mm} Länge, welches im $22\frac{1}{2}$ Grad weiten Gesichtsfelde nahe und ferne Gegenstände ohne Verschiebung des Oculars gleich günstig zeigt, und ferner aus einem Glas-Mikrometer mit Linienkreuze, welches lothrecht in 40 Theile zu $\frac{1}{4}^{mm}$ getheilt, durch das eigenthümlich construirte Concav-Ocular gleichzeitig vergröfsert erscheint. Es wird nämlich die Aufgabe, im Galiläischen Fernrohre ein Visir anzubringen, dadurch in praktischer Weise gelöst, dafs das Ocular wie ein Achromat aus 2 Linsen, und zwar aus einer planconvexen und einer centrisch fein durchbohrten Biconcavlinse combinirt ist, durch welche Bohrung die Convexlinse, deren Oeffnung geringer als die halbe Brennweite, mittelst des einen Theils der Pupille als Mikrometerlupe wirkt, während das Auge durch den übrigen Theil der Pupille das optische Bild der terrestrischen Gegenstände erblickt. Dabei mufs ein kurz- oder weitsichtiges Auge die ihm sonst zur normalen Sehweite erforderlichen Augengläser anwenden, wenn nicht ausnahmsweise die ihm convenirende Linse unmittelbar in die Behälterwandung statt des Ocular-Planglases eingesetzt ist.

Der im Innern befindliche Apparat ist mittelst einer Cardanischen Aufhängung an der Deckplatte befestigt, so dafs sich die Visiraxe des Fernrohrs nach geringer Zurückdrehung der durch den Griff gehenden Arretirungsschraube bei ungefähr lothrechter Haltung des Instruments, auch wenn es in freier Hand gehalten wird, fast augenblicklich horizontal, die zur Winkelmessung dienende Mikrometertheilung vertikal stellt. Dabei lassen sich die von der Hand auf das Instrument übergehenden momentanen Pulsationen nach Bedarf ermäfsigen, wenn es dabei gegen die Augenhöhle, bezüglich gegen das Augenglas gelehnt wird. Andernfalls kann die präcise Einstellung des Visirs durch leises Erschüttern desselben begünstigt werden.

Bei zusammengesetzten Nivellements ist behufs der erforderlichen constanten Visirhöhe ein c. $1,_5{}^{m}$ langer Stab, welcher am obern Ende zur Einstellung des Griffs eine Bohrung oder Hülse enthält, hinreichend. Auch kann bei

Gelegenheit, z. B. auf der Baustelle, das dazu vorbereitete Etui als Stativ dienen. Werden dann gleichzeitig Nivellirlatten benutzt, deren Decimeter abwechselnd schwarz und weifs, wie die halben und ganzen Meter für die Fernsicht markirt sind, so lassen sich von denselben bei zweckmäfsigem Gebrauche des rectificirten Instruments die Maafse noch in Entfernungen von etwa 60 bis 80^{m} mit einer durchschnittlichen Genauigkeit von 1^{zm} ablesen.

Die mathematischen Verhältnisse, denen das rectificirte Instrument aufserdem durch die Mikrometertheilung zu Winkelmessungen entspricht, sind im Deckel des Etuis besonders angegeben.

Unter Berücksichtigung der Lichtbrechung des benutzten Crownglases ist der Vergröfserungswinkel des Fernrohrs, die Brennweite der Mikrometerlinse, sowie die Theilung und Stellung des Mikrometers so berechnet, dafs die Oberkante der 1sten, 2ten, 3ten · · · 20sten Linie über oder unter der durchgehenden Horizontal-Mittellinie die Steigungen oder Gefälle des Terrains 10 pro mille, 20 p. m., 30 p. m. · · · 200 p. m., oder die Tangenten 1, 2, 3, · · · 20 der zugehörigen Höhen- und Tiefen-Winkel, sowie letztere in Graden annähernd $= \frac{n \cdot 34}{60} = \frac{n}{2} + \frac{n}{15}$, z. B. die Oberkante der 1sten Linie die Höhen- oder Tiefen-Winkel $= 0^{0}34'$
10 - - - - - - - - $= 5^{0}43'$
20 - - - - - - - - $= 11^{0}19'$
angiebt.

Nach centrischer Arretirung des innern Apparats lassen sich ferner in ähnlicher Weise auch horizontale und schiefe Winkel bis $22^{1}/_{2}{}^{0}$ und gröfsere durch geeignete Zerlegung bestimmen.

Zugleich ergiebt das Instrument als Distanzmesser aus dem von 10 oder irgend einem der Mikrometerintervalle auf der Nivellirlatte abgeschnittenen Maafse H die Entfernung der letztern $= 10\,H$ oder $100\,H$.

Ebenso ergiebt es die Höhe oder Tiefe eines von der $n$ten Linie geschnittenen terrestrischen Punktes, eines Berggipfels, Thurms etc., dessen Horizontalentfernung E aus der Karte oder durch Messung bekannt ist, $= \frac{E \cdot n}{100}$ Meter über oder unter der Horizontalen.

Endlich kann die vertikalkreuzende Linie der Theilung zum Ablothen dienen und letztere sowohl in vertikaler als horizontaler Lage dem Zeichner perspectivische Aufnahmen erleichtern.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Schinkelfest am 13. März 1877.

Am Abend des 13. März hatten sich auch in diesem Jahre zur Feier des Schinkelfestes zahlreiche Verehrer und Freunde des unvergefslichen Meisters versammelt, doch nicht, wie sonst, in gemietheten Räumen; zum ersten Mal wurde das Fest in dem eigenen Hause des Architekten-Vereins begangen, ein Umstand, welcher gerade bei dieser Feier wohl jedem Vereins-Mitgliede als besonders werthvoll erschienen sein möchte. Ist doch das Schinkelfest nicht allein der Erinnerung an den grofsen Meister gewidmet, sondern gleichzeitig auch der Schlufspunkt der jährlichen Thätigkeit des Architekten-Vereins und mithin der Tag, an welchem alljährlich über die in dem vergangenen Jahre durch den Verein geleistete Arbeit sowie über den Verein berührende Ereignisse Bericht erstattet wird, mit einem Wort: das jährlich wiederkehrende Hauptfest des Architekten-Vereins. —

Der etwa 330 Theilnehmer umfassenden Fest-Gesellschaft waren sämmtliche Räume des Hauptgeschosses des Architekten-Hauses geöffnet. In dem grofsen Saale, in dem die eigentliche Feier stattfand, war an der Fensterwand, mit grünem Buschwerk umgeben, die Colossal-Büste Schinkels aufgestellt. Zu den Seiten hatten eine Anzahl bildlicher Darstellungen, welche einen Theil der bei den Ausgrabungen zu Olympia gewonnenen Resultate zur Anschauung brachten, Platz gefunden. In dem vorderen kleinen Saale waren die zum Feste eingegangenen Concurrenz-Entwürfe ausgestellt, wobei nur zu bedauern war, dafs die Beleuchtung nicht überall ausreichte, um die aufgehängten Zeichnungen genügend besichtigen zu können.

Etwa um $7^{1}/_{2}$ Uhr eröffnete der Vorsitzende des Architekten-Vereins, Herr Baurath Hobrecht, die Feier mit der nachstehenden, die Ereignisse des verflossenen Jahres betreffenden Rede:

„Hochgeehrte Versammlung!

„Heute zum ersten Mal ist es dem Vorsitzenden dieses Vereins vergönnt, den, wenn auch stets wiederkehrenden, so doch an Herzlichkeit nicht verminderten Grufs und Willkomm zum Schinkelfeste in eigenen Räumen Ihnen zuzurufen.

Was vor einem Jahre noch in Aussicht war, aber, als beschlossen, vor seiner Verwirklichung stand, ist Wirklichkeit und Thatsache geworden; dieses Haus, das schon unser war, ist fertig gestellt und seinem Zwecke übergeben worden; seine Räume sind entweder von uns selbst bewohnt, oder sie haben die Verwendung gefunden, für welche sie ursprünglich bestimmt wurden.

Kaum Etwas bei Kauf, Ausbau und Beziehung dieses Hauses, das nicht von Anfang an in Rechnung gezogen und vorgesehen war, ist eingetreten.

Dank unsern Architekten Ende und Boeckmann, welche das Haus geplant, gebaut und geschmückt haben, — Dank unserer Baucommission, welche sich mit genug Geschick in die ihren Mitgliedern meist fremde Rolle des Bauherrn hineinfand, — Dank unserm Baurechnungs-Revisor Schwatlo und unserm Kassenführer Ernst, vollendete sich das Haus.

Dank der Hauscommission, unsern Freunden Appelius, Hancke und Ernst, — Dank der Bauausstellungscommission, vor Allem dem Ausschufs derselben, den Herren Kyllmann, Luthmer und Kühnemann, hat die Benutzung des vollendeten Hauses begonnen.

Mit nüchternem Blick, unverzagt aber doch stets achtsam auf möglicherweise verborgene Klippen und Gefahren, soll Neues begonnen, in neue tief eingreifende Verhältnisse eingetreten werden. Der Ausdruck festlicher Freude bleibt gut für den Tag vorbehalten, da man auf Glücklich-Erreichtes rückwärts blicken kann. Wenn ich vor einem Jahre an dieser Stelle solcher Freude Ausdruck geben konnte, dafs, Dank der Opferwilligkeit des Vereins, der Besitz und Ausbau des eigenen Hauses eine theils vollendete, theils vollkommen gesicherte Thatsache sei, so stehen wir heute am Beginn der Aufgabe, den Beweis zu führen, dafs der Besitz dieses Hauses den Verein kräftige und hebe, ihn nicht von seinen wahren Zielen ablenke, vielmehr ihn denselben zuführe, dafs er den Verein nicht nur an äufserem Gut mehre, sondern vor Allem die innere treue Zusammengehörigkeit seiner Mitglieder befestige. Möge nach Jahren Derjenige, welcher dann an diesem Tage an dieser Stelle stehen wird, in der Lage sein, das Beste nicht als Erwartung, sondern als Thatsache zu berichten. Mögen dafür ein gutes Omen sein die gnädigen und herzlichen Wünsche, welche bei Besichtigung dieses Hauses Se. Majestät der Kaiser, unser allverehrter Herr, von dem man sagt, dafs selbst das unbeständigste aller Elemente, das Wetter, nicht umhin könne, seinem Wunsche zu gehorsamen, an uns richtete.

Das vergangene Jahr, auf das ich zurückblicke, zeigt uns in dem herausgegebenen Werke „Berlin und seine Bauten", welche Leistungen der Verein mit vereinten Kräften und vereintem guten Willen zu vollbringen im Stande ist. Aus der Thätigkeit so vieler Vereins-Mitglieder, aus der zusammenfassenden Sichtung, Ordnung und Gestaltung des noch ungefügen Materials Seitens der Redactions-Commission, deren Mitglieder Mellin, Fritsch, Ernst, Orth und Koch ich hier dankbar zu nennen nicht unterlassen darf, ist ein Werk hervorgegangen, welches die allgemeinste Anerkennung gefunden hat, — so bei Sr. Majestät dem Kaiser, welcher die Widmung desselben Allergnädigst anzunehmen geruht hat, bei Ihren K. K. Hoheiten dem Kronprinzen und der Kronprinzessin, wie auch in allen den Kreisen, welche wir entweder als besonders Fachkundige bezeichnen dürfen, oder welchen durch ihre Stellung in der Verwaltung das Werk zu einem unentbehrlichen Handbuch geworden ist. —

Aus dem Vereinsleben berichte ich:

Die Mitgliederzahl besteht aus

506 Einheimischen
746 Auswärtigen
1252 zusammen.

Neu aufgenommen wurden:

124 Einheimische
18 Auswärtige
142 zusammen

Ausgeschieden sind:

2 Einheimische
8 Auswärtige
10 zusammen.

Durch den Tod verlor der Verein folgende 19 Mitglieder:

Geh. Reg.-Rath Georg Erbkam Berlin,
Geh. Ober-Hof-Baurath Ludwig Hesse Berlin,
Geh. Reg.-Rath Neuhaus Berlin,
Bauführer Winkelblech Berlin,
Geh. Reg.-Rath Gottlob Engelhardt Münster,
Kreis-Baumeister Herm. Franke Burg,
Bauinspector Carl Hauptmann Potsdam,
Bauführer August Herrmann Emanuelsegen,
Reg.- und Baurath Heinrich Hipp Ehrenbreitenstein,
Geh. Reg.- und Baurath Eduard Junker Limburg a/L.,
Baumeister Herm. Kayser Liegnitz,
Geh. Ober-Baurath Eduard Koch Thale a/Harz,
Kreis-Baumeister Leopold Maier Pleschen,
Ober-Ingenieur Gustav Mengel Stade,
Baumeister Gustav Neumann Posen,
Geh. Reg.-Rath Theodor Stein Stettin,
Baumeister Bartholo Usinger Mainz,
Bauführer Otto Weger Mentone,
Baumeister Eduard Wiebe Marienburg.

Der Verein hat im Laufe des Jahres

12 Hauptversammlungen
18 gewöhnliche
30 Versammlungen zusammen abgehalten.

13 Excursionen, darunter eine mit Damen, fanden im Laufe des vergangenen Sommers statt.

An Schinkel-Concurrenzen sind eingegangen:

im Landbau: Entwurf einer Bauakademie 7 Entwürfe
im Wasserbau: Entwurf einer Wasserleitung für Charlottenburg 3 Entwürfe
zusammen 10 Entwürfe.

Den 1. Preis erhielten:

im Landbau: Bauführer Carl Moritz aus Berlin für die Arbeit mit dem Motto: „Sandstein II.";
im Wasserbau: Bauführer Adolf Seidel aus Neifse für die Arbeit mit dem Motto: „H. O.".

Die Schinkel-Medaille erhielten:

im Landbau: Bauführer Adolf Hartung aus Magdeburg für die Arbeit mit dem Motto: „Vivat crescat etc.";
im Wasserbau: Bauführer Carl Köhne aus Neustettin für die Arbeit mit dem Motto: „Rast ich so rost ich",
Bauführer Oscar Teubert aus Heilsberg für die Arbeit mit dem Motto: „M. A.".

Als Probearbeiten für das Baumeister-Examen sind von der Königl. Technischen Bau-Deputation

im Landbau: 4 Arbeiten unbedingt,
2 Arbeiten bedingt,
im Wasserbau: sämmtliche 3 Arbeiten unbedingt

angenommen worden.

An Monats-Concurrenzen sind eingegangen:

im Landbau: 54 Entwürfe auf 114 Blatt,
im Wasserbau: 9 Entwürfe auf 13 Blatt.

Das Andenken erhielten:

im Landbau: 18 Entwürfe,

im Wasserbau: 3 Entwürfe.

5 Concurrenzen waren für wirkliche Bauausführungen bestimmt.

Die Ausgaben des Vereins betrugen 39896,$_{23}$ M.

- Einnahmen - - - 40923,$_{90}$ -

Die Kosten des Hauses haben incl. Ausstattung betragen 844985,$_{25}$ M."

Hieran schlofs sich die Vertheilung der Schinkel-Medaillen an die Sieger in den diesjährigen Schinkel-Concurrenzen. Dieselbe erfolgte, da der Herr Handels-Minister leider verhindert war, an dem Feste Theil zu nehmen, durch Herrn Ministerial-Director Weishaupt, welcher dabei mit warmen Worten neben dem Streben nach weiterem Fortschreiten im Fach vornehmlich die Pflege eines gesunden Corpsgeistes als besonders wünschenswerth zur Erreichung einer ehrenvollen Stellung im Staate und im socialen Leben empfahl.

An diese mit Beifall aufgenommene Ansprache knüpfte der Vorsitzende noch einige Worte, worin er unter Hinweis auf die Bedeutung der Schinkelfest-Concurrenzen für den Verein den Wunsch aussprach, es möge den Siegern auch bei ihren ferneren Bestrebungen noch öfter vergönnt sein, einen ähnlichen Erfolg wie dies Mal zu erreichen.

Nunmehr begann der Festredner, Herr Professor Adler, seinen Vortrag wie folgt:

„Hochgeehrte Festversammlung!

„Unser Verein — so jung er ist — hat doch schon seine Geschichte. Geboren als ein echtes Kind des Volkes in knappen Verhältnissen, hat er sich durch Fleifs und Eintracht Schritt für Schritt heraufgearbeitet zu einer bescheidenen aber anerkannten Stellung im Vaterlande. Hinter ihm liegen — schon halb in Nebel gehüllt — die sorglosen Kinderjahre, überstanden sind auch die sauern Lehrjahre und die noch mühevolleren Wanderjahre. Mit der Gründung eines eigenen Heerdes im festen Daheim ist ein neuer Wendepunkt eingetreten: „Die Meisterjahre beginnen!" Hoffentlich dauern sie lange und wirken segensreich für unser Fach, welches mit der ewigen Natur wie mit der Geschichte der Menschheit unlöslich verbunden ist.

Aber nicht blos die Arbeitsthätigkeit des Vereins, auch seine Festthätigkeit hat schon eine Geschichte. Das Schinkelfest steht obenan: ein Gedenktag an den Meister, der der Kunstgeschichte angehört, ein Tag des Wiedersehens für Collegen und Freunde, ein Tag des Lichtes und der Wärme, womit uns der kommende Frühling begrüfst.

Dank der Anregung dieses Festtages hat sich um Schinkel's Leben und Werke schon eine kleine Literatur gesammelt, in der die Hausgenossen zahlreich vertreten sind und die Hausfreunde den Ehrenplatz einnehmen. Doch kann einem Vereine, dessen Lebensaufgabe die stete Verbindung, die gegenseitige Förderung von Theorie und Praxis ist, nicht mit der Forschung und Auslegung allein gedient sein, er bedarf auch der schöpferischen Arbeit. Deshalb entsprang vor Jahren hier der Gedanke, dem Feste eine besondere Weihe, dem jugendlichen Streben neue Impulse zu leihen durch die Einführung von Wettkämpfen und die feierliche Proklamirung der Sieger am Geburtstage des Meisters. Heut sind 25 Jahre vergangen, dafs in unserm Kreise ein erster Siegeskranz verliehen wurde; die damalige Festrede lautete: Zum ersten Kranze. Dafs jene Anregung auf einen guten Boden gefallen ist und dem Vereinsleben neben mancher Arbeit Jahr für Jahr auch reichen Segen gebracht hat, dafür sprechen die gefüllten Mappen unsrer Bibliothek besser, als das verhallende Wort des Redners. Auch das Schinkelfest hat gewonnen, weil zu der Pietät für die Vergangenheit auch die Pflege der Zukunft und die Anerkennung in der Gegenwart getreten sind.

Und in Wahrheit — was ist förderlicher und gesunder für Geist wie Phantasie, als ein fröhlicher Wettkampf unter Altersgenossen mit gleichen Waffen auf demselben Boden und unter derselben Sonne? Nur in der frischen lebendigen Thätigkeit, im steten Hinblick auf Kämpfer und Mitstreiter rechts und links, steigern sich die Sicherheit des Auges wie die Fertigkeit der Hand; an der Vergleichung der vollendeten Arbeiten reift das Verständnifs, befestigt sich das Urtheil. So wird der wiederkehrende Wettkampf ein Erziehungs- und Bildungsmittel für die jüngeren Geschlechter, ein Quell der Belehrung und Anregung für die Alten; immer bildet er einen neuen und dauernden Kitt im Leben und Wirken des Vereins.

Was aber von dem kleinen Kreise gilt, gilt auch von dem grofsen, ja gröfsten Lebenskreise, dem des Volkes. Auch sein Leben wird gefördert durch Wettkämpfe. Welch' eine Rolle spielt der internationale Wettstreit durch öffentliche Ausstellungen in der Gegenwart. Naturprodukte wie die Erzeugnisse der menschlichen Arbeit, vom rohesten Machwerke bis zur höchsten Kunststufe, alles wird herbeigeführt; selbst der Ocean bildet keine Schranke für das Stelldichein der Völker. Jeder Sieg wie jede Niederlage verdoppelt die Anstrengungen der Kämpfer; um Ruhm, um Anerkennung kämpfen die Einen, um Märkte, um Absatzgebiete die Anderen.

Stiller und geräuschloser, wenn auch nicht minder fruchtbar verlaufen die Wettkämpfe auf dem Gebiete der Wissenschaft. Auch hier giebt es Bahnen, auch hier winken Preise. Hoch über dem Urtheile der so leicht verkleinernden Zeitgenossen schwebt als der schönste Siegeskranz, der Dank der Nachwelt.

Ein solcher nationaler Wettkampf hat begonnen in unsern Tagen, vollzieht sich vor unsern Augen; durch die Gunst des Schicksals sind wir Techniker berufen, das grofse Werk mit Rath und That fördern zu helfen. Es ist die planmäfsige Ausgrabung und wissenschaftliche Erforschung des alten heiligen Festplatzes der Hellenen, der Altis zu Olympia in Elis. Der Gedanke selbst ist ein deutscher Gedanke, ein Vermächtnifs Winckelmann's, des Altmeisters in der Alterthumswissenschaft, des Vaters aller Kunstgeschichte. Am 13. Januar 1768 schreibt er an seinen Freund Heyne nach Göttingen: „Eine Nebenabsicht meiner Reise ist, eine Unternehmung auf Elis zu bewirken, das ist: einen Beitrag, um daselbst nach erhaltenem Ferman von der Pforte, mit 100 Arbeitern das Stadium umgraben zu können. Sollte aber Stoppani Papst werden, so habe ich niemand, als das französische Ministerium und den Gesandten bei der Pforte dazu nöthig; denn dieser Cardinal ist im Stande, alle Kosten dazu zu geben. Sollte aber dieser Anschlag auf Beitrag geschehen,

so wird ein Jeder Theil an den entdeckten Statuen bekommen. Die Erklärung hierüber ist zu weitläufig für einen Brief und mufs mündlich geschehen. Was Jemand ernstlich will, kann alles möglich werden und diese Sache liegt mir nicht weniger am Herzen, als meine Geschichte der Kunst." Weder das Eine noch das Andre sollte er erleben. Fünf Monate später erlag er in Triest dem Mordstahle eines Räubers. Aber jener so vertraut ausgesprochene Gedanke starb nicht mit dem Urheber; seine Werke, vor allen die Kunstgeschichte, hatten gezündet in den Kreisen der Gelehrten, Künstler und Kunstfreunde. Bald überzeugte man sich, seiner Sehergabe vertrauend, dafs nicht in Rom ausschliefslich die Quelle für die Erkenntnifs des Kunstschönen flösse, Unter-Italien und Sicilien bärgen ähnliche und — ältere Schätze. Und über beiden damals so wenig gekannten Ländern stand Griechenland, hoch wie ein Alpengebirge in duftige Nebelschleier gehüllt, nur Sonntagskindern erkennbar, für Europa fast verschollen.

Langsam zwar, doch stetig wuchs jene Strömung von Jahr zu Jahr. Als endlich kurz vor dem Schlusse des Jahrhunderts die Poesie das klassische Ideal aufgestellt hatte, da ging ein Zug tiefer Sehnsucht durch Deutschland. Wir hören ihn in Iphigeniens Worten:

„Und an dem Ufer steh' ich lange Tage,
Das Land der Griechen mit der Seele suchend."

Er lebt in der Klage der Ceres, er durchzittert das eleusische Fest, die Götter Griechenlands, die Braut von Korinth und verklingt erst spät in Hölderlin's Archipelagus.

Was den deutschen Dichtern und Denkern versagt blieb, errang der Reise- und Forschungstrieb der Engländer. Lange, bevor Winckelmann jene Reise nach Griechenland zu planen begann, zeichneten schon Stuart und Revett in Athen und zwei Jahre vor seinem Tode war es sogar schon Chandler geglückt, — mit dem Pindar in der Tasche — die heilige Fuhrt am Alpheios zu erreichen; der erste klassisch gebildete Reisende seit Jahrhunderten. Andere Forscher folgten: Pouquéville, Gell, Dodwell, Leake. Von ihnen wurde Griechenland wandernd wieder entdeckt.

Nachhaltiger wirkte die Verpflanzung der Parthenon-Skulpturen nach London durch Elgin, so wie die Auffindung der Giebelgruppen von Aegina und des Frieses von Phigalia.

Wie traten die römischen Bildwerke, mit wenigen Ausnahmen späte, von der Geschmacksrichtung der Vornehmen beeinflufste Wiederholungen, im günstigsten Falle Epigonen der echt griechischen Kunst gegen den einzigen Bildschmuck des Parthenon zurück. Niemand, selbst die ersten Bildhauer nicht, weder Canova noch Thorwaldsen hatten eine solche Sonnenhöhe in der attischen Kunst geahnt. Wie viel und wie lange auch die antike Kunst geschaffen, es gab nur einen Gipfel — Athen zur Zeit des Perikles und Pheidias.

Auch Olympia, welches fortwährend kleine aber werthvolle Alterthümer, bronzene Waffen, Geräthe und Inschriften an gelehrte Reisende gespendet hatte, trat allmälig wieder in die Erinnerung der Kunstforscher. Wenige Jahre nachdem Dodwell die Stätte des Zeus-Tempels richtig nachgewiesen, zog Lord Stanhope 1813 die ersten Grundlinien zu einer wissenschaftlichen Erforschung der Altis. Freilich genügten ihm als „*grand seigneur*" eine rasche Triangulation der Ebene durch seinen Begleiter, den Architekten Allason und ein Dutzend Landschaften, mehr elegisch gestimmt, als charaktervoll gezeichnet. Sein kostbares und in wenigen Exemplaren gedrucktes Werk: Olympia wäre vielleicht ganz wirkungslos vorübergegangen, aber das Erscheinen fiel in die Tage des griechischen Freiheitskampfes, der seit Jahrhunderten die Augen von Europa wieder dauernd nach Griechenland lenkte. Philhellenischer Wehmuth entsprachen jene Stimmungslandschaften, doch das wirklich werthvolle Material der Allason'schen Arbeit fand wenig Beachtung.

Entschlossener handelte man in Frankreich, wo Quatremère's grofses Werk: *Le Jupiter Olympien* (schon 1815 erschienen) im Stillen fortgewirkt hatte. Man benutzte die günstige Gelegenheit der Anwesenheit eines französischen Hülfskorps nach der Schlacht von Navarin, um im Mai und Juni 1829 eine Ausgrabung an der von Dodwell nachgewiesenen Ruinenstätte des Zeus-Tempels vorzunehmen. Der Erfolg war überraschend; man fand den Unterbau des Tempels vollständig erhalten; man fand Metopen und Metopenfragmente, ein herrliches Mosaik im Pronaos und — brach dennoch ab im besten Finden. Was war der Grund, so rasch aufzuhören? Die baldige Erkenntnifs, eine Sisyphus-Arbeit zu unternehmen, wenn nicht eine methodische Aufdeckung erfolge. Von den beiden Factoren, solche Erdmassen zu heben und zu transportiren, Geld und Geduld — war nicht einer vorhanden. Der blofse *élan* genügt nicht!

Englands Eifer für die Erforschung des griechischen Landes schien mit dem trefflichen Leake ausgestorben zu sein; noch rascher verrauchte Frankreichs Enthusiasmus. Nur der deutsche Forschungstrieb schwebte wie ein nach Beute spähender Adler über dem einsamen Waldthale des Alpheios. Die letzten Anregungen in dieser Sache fallen in das Jahr 1853. Damals erliefs Rofs in Halle, der Griechenland genauer kannte, als irgendwer, einen Aufruf an alle Männer des Deutschen Volkes, welche Griechenland einen Theil ihrer Bildung verdanken", an „Architekten, Maler, Bildhauer und andre Künstler", an Gelehrte, Schulmänner, Alterthumsfreunde und Kunstgönner, und bat um Geldbeiträge zur Ausgrabung von Olympia. Es kam auch eine Summe zusammen, aber viel zu klein für jene Riesenarbeit. Man untersuchte damit das Heräon bei Argos, gewann auch Resultate, — aber ihre wissenschaftliche Verwerthung ist leider unterblieben.

Ein zweiter Anlauf, den 1853 am Hofe Königs Friedrich Wilhelm IV. unter Humboldt's Aegide Curtius unternahm, scheiterte trotz des persönlichen Interesses des Monarchen an dem Ausbruche des Krimkrieges. Erst die Gründung des neuen Reichs führte die Erfüllung herauf. Der erhabene Thronerbe — als Protector der Museen, benutzte eine selten günstige Constellation von Personen und Verhältnissen, um nach grofsen Kriegsthaten für Deutschland auch in der Friedensarbeit eine Weltstellung zu erringen. Der nothwendigen Localuntersuchung folgte der Abschlufs des Staatsvertrages mit Griechenland; die Wahl der Beamten schlofs sich an; am 4. Oktober 1875 konnte die deutsche Arbeit auf hellenischem Boden beginnen.

Mit einer seltenen Spannung wurde der Aufdeckung entgegen gesehen, zumal in dem nächstbetheiligten Kreise der Archäologen. Wie hätte es auch anders sein können? Hier standen die Kenner, die Vorkämpfer, die seit 50 Jahren rastlos thätig gewesen waren, um alle Fragen, die mit

dem Namen Olympia zusammen hingen, zu stellen, zu erörtern und, soweit es anging, zu beanworten.

Mit einer wahren Kühnheit hatte Quatremère in seinem *Jupiter Olympien* gleich die schwierigste Frage behandelt: Wie sah das Kunstwerk des Pheidias aus, jenes Goldelfenbeinbild des Zeus zu Olympia, welches das Alterthum einstimmig als den Gipfelpunkt aller Plastik gepriesen hat, wie war es technisch geschaffen, wie im Tempel errichtet, wie geschützt und beleuchtet worden? Nicht minder kühn, aber entschieden verfrüht waren die an der Hand des Pausanias unternommenen zahlreichen Restaurationsversuche, die Bauanlagen in der Altis topographisch zu ordnen, wie solches von O. Müller, von Leake, Vyse und Curtius geschehen war. Fast jeder sicheren Unterlage entbehrend, mufsten sie je nach der Interpretation jenes incorrecten Schriftstellers verschieden ausfallen, ja leicht in Hauptpunkten sich widersprechen. Von einer dritten Seite waren zusammenfassende und bis auf gewisse Grenzen abschliefsende Arbeiten über die Agonistik bei den Griechen, über die Wettkämpfe zu Olympia, ihre Geschichte und Siegerverzeichnisse geleistet worden.

Für die immer reger betriebene Erforschung der Geschichte der griechischen Plastik bildeten die Metopen des Zeus-Tempels, welche die französische Expedition entdeckt hatte, eine werthvolle Erweiterung des Gesichtskreises. Sehr bald wurde in jenen Bildwerken ein von dem attischen Kunststile abweichender Charakter — der peloponnesische — erkannt. Doch war das Material für eine eindringendere Erkenntnifs unzureichend.

Ebenso wenig genügte das von der französischen Expedition erworbene architektonische Material. So lange man weder die Höhenmaafse des Aeufsern noch die räumliche Gestaltung des Innern kannte, blieb jede Frage in Schwebe.

Und war die Aussicht verlockend, mittels der sicheren Datirung dieses Tempels weitere Aufschlüsse über die so dunkle Chronologie der griechischen Baukunst zu gewinnen, so war der Reiz noch gröfser, andere einst in Olympia gestandene Bauwerke, theils sehr hohen Alters wie das dorische Heräon. theils seltener Planbildung wie das Philippeion, theils ganz unbekannter Disposition wie die 11 Schatzhäuser, das Prytaneion und das Buleuterion aufzudecken.

Zu den Archäologen und Topographen, Kunsthistorikern und Architekten gesellten sich noch die Epigraphiker und Numismatiker, kleiner an Zahl aber nicht kleiner an Hoffnungen und frommen Wünschen. Und hinter dieser Corona der nächsten Freudtragenden standen — ein herzerhebender Anblick — alle Gebildeten des deutschen Volkes. In gröfserem Abstande folgte das Ausland, hier vorsichtig reservirt, dort in wohlwollender Neutralität, an einigen Orten nicht frei von patriotischen Beklemmungen oder unverholener Mifsgunst.

Die in der ersten Campagne erzielten Erfolge sind in den Hauptumrissen bekannt, bekannt auch, was zu ihrer möglichst raschen Verbreitung hinterher geschehen ist. Der erste Band eines fortlaufend geplanten Werkes ist in zwei Ausgaben erschienen, die öffentliche Ausstellung der wichtigsten Gipsabgüsse hat stattgefunden; an 27 Kunstinstitute des In- und Auslandes sind von Seiten der General-Verwaltung der K. Museen Gipsabgüsse geliefert worden.

Nicht minder lohnend sind die Arbeiten der zweiten noch nicht abgeschlossenen Campagne verlaufen. Schon bis jetzt ist eine gleiche Anzahl von Skulpturen gehoben worden, wie im vorigen Jahre und noch liegen 2—3 Monate bester Arbeitszeit vor uns. Aller Widerstände ungeachtet, welche das Klima und die unentwickelten Verhältnisse des Landes fortdauernd hervorrufen, wird es gelingen, nicht nur den Zeus-Tempel an allen Seiten auf Distanzen von 35—45^{m} frei zu legen, sondern von diesem Centrum aus noch einen kräftigen Vorstofs nach Norden in der Richtung auf den Kronos-Hügel zu machen, um topographische Aufschlüsse zur Feststellung des weiteren Arbeitsprogramms zu gewinnen.

Wie zu erwarten war, ist auf die dunkelste Epoche von Olympia — die nachklassische — das erste dämmernde Licht gefallen. Bisher hörte unsre Kenntnifs mit dem Jahre 392 n. Chr. auf. Der letzten — der 293 — Festfeier der Olympischen Spiele, welche ein Edict des Theodosius verbot, folgte rasch der für die alte Kunst und Kultur vernichtende Einbruch Alarich's und seiner beutelustigen Schaaren.

Was zu jener Zeit an Edelmetallen und Bronze noch existirte, ging sicher verloren. Aus den damals vom Tische gefallenen und dankbar von uns aufgelesenen Brosamen ersehen wir jetzt, in welcher Fülle unsre Ahnen hier geschmaust haben.

Bald darauf hat das Christenthum seine Hand auf den alten Festplatz gelegt. Westlich vom Zeus-Tempel erhob man eine dreischiffige Backsteinkirche mit Narthex und Vorhalle; ihre Maafse sprechen für eine kleine Gemeine. Es ist ein bescheidener altchristlicher Bau aus der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts, schon mit Spolien klassischer Kunst durchwebt.*) Der doppelte, weil nachträglich erhöhte Fufsboden beweist zweierlei. Erstlich dafs die Kirche doch längere Zeit benutzt worden ist und zweitens, dafs schon damals einige der furchtbaren Katastrophen eingetreten sein müssen, welche durch langdauernde Ueberschwemmungen den alten Boden beträchtlich erhöht haben. Noch später kamen schwere Zeiten, Jahrzehnte ununterbrochener Invasion, dauernder Friedlosigkeit. Man wich von dem Kirchplatze und benutzte die Cella-Mauern des grofsen Tempels sowie die nah vorbeistreichende Ostmauer der Altis, um mittels einer Nord-, West- und Südmauer, welche aus alten Bautrümmern roh und nothdürftig zusammengepackt wurden, eine Art von Befestigung herzustellen, in deren Bezirk man sich ansiedelte. Die stattgefundene Erhöhung der Altis-Mauer durch die inneren mit Sparrenbettungen versehenen Kranzgesimssteine beweist, dafs schon damals die oberen Bauglieder des Tempels herabgestürzt und verschleppt worden sind. In höherem Maafse traf dies sicher die Kleinbauwerke, die Altäre, die Statuenbasen und ähnliche Bautheile.

Und doch hat man sich des von Norden herabsteigenden Barbarenthums nicht erwehren können, dazu waren jene Schaaren zu dicht und strömten unablässig. Seit der Mitte des sechsten Jahrhunderts brachen grofse mit Erdbeben verbundene Katastrophen herein. Wieder flüchteten die Einwohner, wieder wälzte der Alpheios seine Schlammfluthen über die Mauern und Häuser. Mit der ablaufenden Fluth kamen neue Völkerschaaren, noch ärmer, noch kulturloser wie jene ersten, und richteten sich auf dem alten immer höher gewachsenen

---

*) Wenige Tage nach der Niederschreibung dieser Zeilen wurde die Thatsache ermittelt, dafs die Kirche auf einer wohl erhaltenen hellenischen Ringmauer stände, die einen heiligen Bezirk, dessen Eingang an der Ostseite lag, umschlossen hat.

Boden ein. Sie brannten keine Ziegel mehr und verzichteten auf den Gebrauch des Mörtels. Ihre Hütten stehen über den älteren besser gebauten, in rohster Technik. Was nur Wand bilden half, — hochkantig gestellte Platten, zerschlagene Quadern, Statuentorsen, Säulenschäfte, — alles wurde benutzt und die Zwischenräume nothdürftig mit Lehm verstrichen. Kein Heerd ist vorhanden; den ureinfachen Geschirren entsprechen die rohen Gräber.

Noch später haben erneute und furchtbare Erdbeben den Tempel in seinen Grundfesten erschüttert und die kolossalen Säulenreihen niedergestreckt wie die Glieder einer Schlachtreihe; die Bewohner sind geflüchtet — aber nicht wiedergekehrt.

Dann folgt ein tausendjähriges Dunkel, in welcher, wie die Höhe der Sandablagerungen beweist, noch viele Ueberschwemmungen stattgefunden haben müssen. Zuletzt hat die ewig sprossende Natur ihr lautloses Schöpfungswerk an diesem Platze von Neuem begonnen. Als stilles Waldthal mit vier kleinen Backsteinruinen und einer hochragenden Quadermauer vom Zeus-Tempel, — so tritt uns Olympia in Chandler's Reisebericht von 1766 wieder entgegen.

Aber werthvoller als jener streifende Blick in das Chaos des Frühmittelalters, ist der künstlerische wie kunsthistorische Gewinn, den wir dem Zeus-Tempel schon jetzt verdanken. Ihn so wohlerhalten wiederzufinden, so vollständig wiederherstellbar in der Zeichnung, hatte Niemand erwartet. Möglich, dafs für die innere Restauration einige Lücken bleiben werden, die Hauptsache ist aber gerettet. Der Tempel steht in den absoluten Maafsen dem jetzigen Parthenon nahe, im relativen Maafsstabe übertrifft er ihn. Er übertrifft ihn auch — und um Vieles — in der Schönheit der Verhältnisse. Noch ein Mal tritt uns der wuchtige Ernst der altdorischen Kunst entgegen, aber von einem seltenen Schönheitssinne verklärt und geläutert. Ebenso fern von der Uebertreibung, die in gleichzeitigen Bauwerken Siciliens herrscht, wie von der immer stärker hervortretenden Tendenz in der attischen Bauschule, die herbe Strenge des Dorismus zu mildern, zum Anmuthigen ja Eleganten hinüberzuführen, scheint der Zeus-Tempel im ästhetischen Sinne den Gipfelpunkt der dorischen Kunst zu bilden. Selbst die in der innern Raumgestaltung erkennbare einseitige Uebertreibung sowie einige Derbheiten in der Detailbildung ändern daran nichts.

Sodann hat die Ausgrabung eine lange schwebende Streitfrage, — war der Zeus-Tempel nur Fest- und Agonal-Tempel oder diente er auch Kultuszwecken —, im letzteren Sinne entschieden. Vorn in Höhe der zweiten Stufe erhob sich auf einer grofsen Terrasse, zu welcher von dem mit Quadern gepflasterten Vorplatze eine schräge Rampe hinaufführte, ein oblonger Altar.

Der ganze Bau — aus einem derben in der Nähe brechenden Muschelconglomerate errichtet, — war aufsen und innen mit feinem Stucke in zwei Lagen überzogen. Nur das Dach einschliefslich der mit Löwenmasken besetzten und bemalten Traufrinne, bestand aus pentelischem Marmor. Das alte Thonziegeldach, von der altdorischen Kunst so erfolgreich durchgebildet und wie die erhaltene Sima beweist, sogar am älteren Parthenon noch festgehalten, ist hier beseitigt, ja der kunstvolle Fugenschnitt an den Deck- wie Plattziegeln beweist sicher, dafs alle diese oberen Bautheile erst dem fünften Jahrhundert angehören können, während der Bauentwurf der zweiten Hälfte des sechsten Jahrhunderts entstammt. Man hat auch hier wie so oft in Kleinstaaten mit einer gewissen Langsamkeit und Ruhe gebaut, aber rechtzeitig alle neuen Erfahrungen benutzt und zuletzt das Glück gehabt, für das Hauptwerk im Tempel, für das Zeusbild einen Pheidias zu finden.

Endlich das Wichtigste. Den verhältnifsmäfsig so kurzen Ausgrabungen verdanken wir schon jetzt den gröfsten Theil des marmornen Bildschmuckes, mit welchem ausgezeichnete Meister aus attischer und peloponnesischer Schule das Bauwerk einst ausgestattet haben. Die französische Ausgrabung von 1829 hatte aufser zahlreichen Bruchstücken drei ziemlich erhaltene Metopen geliefert; jetzt sind die Fragmente von fünf neuen dazu getreten, darunter die dreifigurige Atlasmetope, nach H. Brunn's Urtheil das schönste Stück der peloponnesischen Kunst, welches bisher bekannt geworden ist. Von den zwölf Thaten des Herakles, welche das Triglyphon über der Pronaos und Opisthodom-Front schmückten, sind daher acht hinreichend genau bekannt, um unter Heranziehung von Vasenbildern Restaurationsversuche zu unternehmen.

Noch lohnender war der Ertrag bei Aufsuchung der Skulpturen aus den beiden Giebeln.

Im Ostgiebel nennt Pausanias, wenn die acht Rosse der beiden Quadrigen mitgezählt werden, 21 Statuen. Ob er zwei übersehen hat und 23 angenommen werden müssen, bedarf noch genauerer Untersuchung. Bis jetzt sind — mehr oder weniger gut erhalten — jene 21 wieder gefunden. Auf Grund der Pausanias-Beschreibung und des bekannten strengen Parallelismus von Gruppencompositionen in der griechischen Kunst wird es möglich sein, die zahlreichen kleinen und grofsen Fragmente von kundiger Hand zusammenfügen zu lassen und dadurch ein Seitenstück zu den Aegineten-Gruppen zu schaffen, welche Thorwaldsen's Meisterhand ebenso taktvoll wie richtig ergänzt hat.

Wie weit das gleiche Verfahren für den Westgiebel, dessen Composition leider Pausanias nur flüchtig beschreibt, möglich sein wird, bleibt abzuwarten. Bis jetzt sind aber alle Zeichen günstig. Schon sind acht Köpfe, drei Kentaurengruppen und acht Torsen der Erde enthoben. Sollten aber auch noch einige Lücken zur späteren Ergänzung bleiben, immer werden wir in wenigen Wochen den Tempel mit seinem äufseren reichen Bildschmucke in angenäherter Vollständigkeit übersehen und so eingehend beurtheilen können, wie es bisher nur von zwei griechischen Tempeln, dem Parthenon zu Athen und dem Athena-Tempel zu Aegina möglich gewesen ist.

Dafs alle Sculpturen dem fünften Jahrhundert, der höchsten Blüthezeit der hellenischen Kunst entstammen, ist aufser Frage. Gleich nach Vollendung des Parthenon — 438 — war Pheidias von den eleischen Behörden nach Olympia berufen worden, um hier das Seitenstück zur Athena, den Goldelfenbeinkolofs des Zeus zu errichten. Verwandte und Schüler begleiteten ihn; Panainos als Maler, Kolotes als Elfenbeintechniker. Dagegen ist es nicht ganz sicher, aber einige Wahrscheinlichkeitsgründe sprechen dafür, dafs gleichzeitig, — also etwa in den Jahren 437—32 — die Giebelgruppen angefertigt worden sind: nach Pausanias' Zeugnifs die östliche von Paionios, die westliche von Alkamenes.

Sollte also, wie kaum zweifelhaft, die Restauration beider Gruppen glücken, so werden zwei der berühmtesten dem Pheidias nahe gestandenen Künstler aus jener Glanzepoche in grofsen Werken wieder vor uns erscheinen. Ihre Wiedergeburt für die Kunstgeschichte läfst aber weitere Resultate erhoffen. Aus dem Studium so grofser Schöpfungen wird sich ein Maafsstab gewinnen lassen (an dem es bisher gänzlich fehlte), um die noch in Athen erhaltenen, aber weder sicher datirbaren noch auf bekannte Künstlernamen zu vertheilenden Werke schärfer zu prüfen, ob nicht die Sinnesweise, der Stil des Einen oder des Andern darin nachweisbar ist. Wenn ferner die Metopen, wie wahrscheinlich, älter sind als die Giebelfelder und der peloponnesischen Kunstschule entstammen, während jene trotz aller kleinstaatlichen Oekonomie und provinziellen Mache die kühnen Fortschritte in der attischen Schule veranschaulichen, so wird es auch möglich sein, die peloponnesische Plastik aus der Zeit des grofsen Meisters Ageladas, bei welchem Pheidias, Polyklet und Myron in die Lehre gegangen sind, genauer als bisher kennen zu lernen.

Aber neben so vielversprechenden Ausblicken für die weitere Erforschung der Geschichte der griechischen Plastik, gewinnen wir in dem Zeus-Tempel das erste grofse griechische Bauwerk mit zwei hinreichend gut erhaltenen Giebelfeldern als erwünschtes Material zu ästhetischen Untersuchungen, deren Resultate für die Kunstphilosophie wie für moderne Kunst von einschneidender Bedeutung werden können. Die traurigen Zerstörungen, welche die Giebelgruppen des Parthenon erlitten haben, besonders das östliche, behindern — wie es scheint für immer — eine sichere Erkenntnifs der ursprünglichen Composition und in den beiden Gruppen vom Tempel zu Aigina äufsert sich eine ältere Kunstauffassung noch in voller Befangenheit: es ist nur eine Lösung desselben Kunstproblems, wenn auch in zwei Varianten. Was Pheidias als eine fruchtbare Neuerung bei Gruppencompositionen am Parthenon schon angebahnt hatte — der beabsichtigte Gegensatz zwischen Ruhe und Bewegung in den beiden Giebelgruppen im Osten und Westen — tritt in Olympia noch deutlicher hervor. Hier im Osten die Vorbereitung d. h. die letzten Minuten vor dem entscheidenden Wettkampfe zwischen Oinomaos und Pelops, unter der Obhut des in Person — nicht als Götterbild — anwesenden Zeus. Und dennoch, trotz aller voraus zu setzenden Spannung in den Gemüthern, welche Sammlung, ja fast feierliche Ruhe der Erwartung des Kommenden! Selbst die Rosse stehen wie gebannt. Ist es die persönliche Erscheinung des Göttervaters unter den Menschen, welche diese lautlose Stille hervorruft, die bange Erwartung steigert? Oder hat der Künstler mit der starren fast parallelen Aufstellung der Hauptpersonen, den Ernst des Augenblicks, wo jeder nur mit sich beschäftigt die Aufsenwelt vergifst, schärfer betonen wollen?

Im Westen der Gegensatz: die durch Weingenufs bei der Hochzeit des Peirithoos entzündete Brunst der halbthierischen Kentauren, ihr Angriff gegen Frauen und Jungfrauen und der leidenschaftliche Kampf gegen die Wilden zur Rettung dieser. Und schon jetzt übersehen wir, dafs das alte Gesetz des Parallelismus auch hier in den Gruppen festgehalten worden ist, aber durch eine Fülle von interessanten Abweichungen in den Einzelgestalten ebensosehr aufgelöst wie bereichert. Eine ganze Reihe wohlerhaltener Köpfe, weiblicher wie männlicher und aus verschiedenen Altersstufen, giebt uns endlich die lang erwünschte unmittelbare Anschauung von dem Talente des Alkamenes, der unter den Schülern des Pheidias als der erste galt.

Eine Metopenreihe mit fünf Thaten des Herakles und zwei Giebelfelder mit über 40 überlebensgrofsen Statuen im Laufe von zwei kurzen Campagnen für die Kunstwissenschaft errungen zu haben, ist viel, selbst für hochfliegende Hoffnungen. Und doch ist dies nicht alles. Eine seltene Schicksalsgunst bescheerte uns gleich im Anfange die marmorne Nike des Paionios mit ihrer hohen dreiseitigen Basis, ein Unikum für die Kunst des Alterthums. Die in herrlichster Jugendblüthe leicht und sicher herabschwebende Tochter des Zeus, die den Siegeskranz bringt, welchen der Vater gnadenvoll verleiht, ist allen bekannt, da kein Fund solches Aufsehen erregt hat wie dieser. Mit vollem Recht, denn seit der Entdeckung der Venus von Melos, also seit 50 Jahren, hat Griechenlands Schoofs nichts Aehnliches gespendet. Eine im herabschwebenden Fluge gedachte Jungfrau, — nicht aus Erz, sondern aus Marmor, ja aus einem einzigen Blocke gehauen. Nur durch die kunstvollste Massenvertheilung konnte die nöthige Stabilität gewonnen werden. Hat Paionios grade in einer solchen vor keiner Schwierigkeit zurückschreckenden Sinnesweise, die mit den kühnsten Leistungen des Erzgusses wetteifert, besonderen Ruhm gesucht? Ist vor seinem Auftreten schon Aehnliches versucht worden? Welchen Einflufs übte diese merkwürdige Richtung auf die verschiedenen Kunstschulen? Alles Fragen, die ihrer Beantwortung harren.

Und wie werthvoll die Basis mit ihrer Inschrift, in welcher der Meister erzählt, dafs er bei einer Concurrenz um die Akroterien des Zeus-Tempels den Preis errungen. Heifsen hier Akroteria nur die Aufsätze auf dem Giebel, bestehend aus einer ehernen Nike und zwei Dreifufskesseln auf den Ecken, oder heifsen Akroteria die Giebel einschliefslich der Giebelgruppen? Die Ansichten sind getheilt, eine sichere Entscheidung steht noch aus, aber richtiger ist wohl die erste Deutung.

Aehnlich wird bereits um das Zeitalter der Nike gekämpft. Sie ist offenbar ebensosehr ein Weihegeschenk an den Zeus wie ein Siegeszeichen gewesen, das den Waffenruhm der Stifter, der Messenier in Naupaktos dauernd in der Altis verkünden sollte. Die glorreichste Waffenthat, die ihnen während des peloponnesischen Krieges gelungen — oder den Athenern durch ihre kluge Mithülfe —, war die Gefangennahme der Spartiaten auf der Insel Sphakteria 425. Dieses Lokal stellt Paionios dar: eine meerumrauschte Felsklippe, einsam, nur von Adlern bewohnt. Der leise Flug der Göttin scheucht einen solchen auf. Wenn aber diese Charakteristik jedem Griechen verständlich war, so konnten die Messenier es sich wohl gefallen lassen, wenn die Eifersucht der Spartaner eine Erwähnung von Sphakteria in der Inschrift behinderte. Daher lautet diese: Messenier und Naupaktier weihen dem Olympischen Zeus Zehnten von der feindlichen Beute. Ist aber ein Datum von 420 für die Aufstellung der Nike richtig, so erkennt man aus dem Werke, welche Fortschritte der Meister Paionios — Dank seiner Beziehung zur attischen Schule — seit der Zeit der Ostgiebelgruppe, d. h. in 10—12 Jahren, speciell im Studium der Gewandbehandlung gemacht hatte.

Die Idealgestalt der Nike ist eine verhälnifsmäfsig späte Schöpfung der antiken Kunst, aber dafür wohnt ihr unsterbliches Leben ein. Sie allein — von so vielen Götteridealen — hat den Fall des Heidenthums überdauert, und in dem letzten Jahrhundert, bis in unsere Tage hinein, durch das Talent grofser Meister ein neues und volksthümliches Ansehen gewonnen.

Wie der Schoofs der Altis-Erde viele Reste der Plastik gerettet hat, so hat er auch eine Fülle von Inschriften gehütet. Nur ein Theil ist schon publicirt und erläutert worden. Viel steht noch zurück und jeder Tag bringt neues Material. Aufser mehren metrischen Inschriften und Dedikationen, einem vollständigen Proxenie-Dekrete, einer Klage der Lakedämonier gegen die Messenier und dem Schiedsspruche der Milesier, sind Künstlerinschriften oder Siegerinschriften oder die Namen von Weihgeschenkstiftern hier zu nennen. Berühmte Künstlernamen wie Ageladas, Mikon, Philesios, Paionios haben sich gefunden, auch neue wie Sophokles der Bildhauer, Aristomenes der Messenier. Ferner berühmte Redner wie Gorgias und Herodes Attikus, auch Siegernamen, die in den überlieferten Listen fehlen u. dgl. Sehr lehrreich ferner ist die schlichte Anbringung der Dedikation selbst bei gröfseren und kostbaren Weihgeschenken. Sie steht entweder oben auf der Horizontalfläche des Sockelsteins, auf dem das Bildwerk errichtet war, oder am oberen Rande. Kurz und knapp ist sie immer, z. B. am Weihgeschenke eines grofsen Erzstieres: „Philesios machte es. Die Eretrier dem Zeus"; oder am Weihgeschenke der Lakedämonier, einem Erzkolosse des Zeus, das Distichon:

„Nimm olympischer Zeus, Kronide, dies schöne Gebilde
Auf mit gnädigem Sinn für das Lakonische Volk."

Lehrreich ist ferner die unsrer Gewohnheit widersprechende Tiefstellung fast aller Statuen, selbst der kolossalen Götterbilder. Die griechische Kunst in ihrer besten Zeit concentrirte die ganze künstlerische Kraft in der Bildsäule, der Sockel war ihr Nebensache, nur auf die sichere und bequeme Erkennbarkeit des Werkes, besonders der Porträtstatue, kam es ihr an. Architektonische Effekte wurden damit niemals oder nur in seltenen Fällen wie z. B. bei der Nike des Paionias beabsichtigt.

Und neben der Verbindung von Schrift und Denkmal lernen wir hier — wie Curtius so treffend bemerkt hat — die verschiedenen Mundarten, ja die in stetem Umbildungsprocesse begriffenen Schriftzüge an lauter Originalwerken kennen; ein Arbeitsstoff für die verschiedensten Fächer, der nur sehr allmälig bewältigt werden kann.

Eine ganz besondere Ernte wird die Baukunst halten, eine Ernte auf einem klassischen Kunstterrain, das noch nicht lange entdeckt ist und einen fast jungfräulichen Boden bildet.

Bisher galt unser Studium mit grofser Einseitigkeit nur der Sammlung und Erforschung von Steinbauten. Die griechische Baukunst hat aber auch einen hochentwickelten Backsteinbau gehabt, der älter als der Steinbau immer neben ihm hergegangen ist. Erst in der neuesten Zeit ist man auf diesen noch ungehobenen Schatz aufmerksam geworden und hat die zerstreuten, selten für museumswürdig erachteten Fragmente in Griechenland, Sicilien und Unter-Italien gesammelt. Da Olympia von der Natur kein Gnadengeschenk edelsten Marmors wie Athen, Ephesos, Paros, Naxos empfangen hatte, war man hier von Alters her auf Backsteinbau angewiesen. Dies beweisen die vier noch stehenden spätrömischen Ruinen am Rande der Altis sowie mehrere neugefundene. Und was von Terracotten bisher ans Licht getreten ist, ermuthigt zu den besten Hoffnungen. Fast in jeder Woche sind Traufrinnen, Stirnziegel, Balkenbekleidungen, Krönungen und Masken zu Tage gekommen von einer Schönheit in der Zeichnung, von einer Feinheit und Solidität in der Technik, wie solches bisher nur aus Athen bekannt war. Nicht ohne Grund darf man im Angesichte solcher Schätze von einer Zukunfts-Keramik reden.

Die Malerei und zwar die dekorative ist nur durch ein Werk vertreten, aber durch ein hochvollendetes. Dies ist der aus Flufskieseln des Alpheios hergestellte Fufsboden im Pronaos, bis jetzt der älteste Mosaikboden in der Kunstgeschichte, ein Meisterwerk klarer und gesetzmäfsiger Flächencomposition, — leider schon so sehr beschädigt, dafs seine fernere Erhaltung grofse Schwierigkeiten machen wird.

Begreiflicher Weise haben bronzene Reste wie Silbermünzen das schwächste Contingent gestellt. Indessen fehlt es nicht an autonomen Münzen aller Epochen und aufser Geräthen und Waffen, einer wohlerhaltenen Staatsurkunde, in welcher einem Sieger Demokrates von Tenedos das Gastrecht von Elis verliehen wird, sind noch kleinere Figürchen, ein Greifenkopf, ein kleiner Greif, eine Votivlanze, ferner ein sehr schön gegossener Kalbskopf, sowie das Horn und Ohr des von den Eretriern geweihten Stieres gefunden worden.

So dürfen wir denn mit freudigem und dankbarem Stolze auf das Erreichte zurückblicken, setzen aber hinzu: Dies ist nur der Anfang. Kein andres öffentliches oder monumentales Gebäude, als der Zeus-Tempel ist bisher gefunden worden. Und doch wissen wir, dafs in geringer Entfernung von ihm noch zwei dorische Peripteral-Tempel*) und kleinere Capellen standen, dafs 11 Schatzhäuser, mehre heilige Bezirke, die Verwaltungsgebäude der Behörden, das Gymnasium und die eigentlichen Kampfplätze Stadion und Hippodrom vorhanden waren.

Gewifs werden wir auch hier auf arge Zerstörung treffen, aber nicht auf völlige Leere. Und erst, wenn die Standplätze einiger der Haupt-Bauanlagen erkundet sein werden, können die so wichtigen topographischen Fragen mit Aussicht auf Erfolg behandelt und entschieden werden.

Aber schon jetzt hat es die künstlerische Phantasie gedrängt, die erworbene Lokalkenntnifs mit den schönen Resultaten der Ausgrabungen, besonders den architektonischen zu einem Bilde zusammenzufassen. Es ist der Ihnen als Erinnerungsblatt eingehändigte Restaurations-Versuch; für die Reconstruction des Zeus-Tempel angenähert sicher, auch in der Verwerthung der Standplätze der Nike, des Philesios Stieres, der Thymele, der Exedern u. A.; in wesentlichen Punkten dagegen, wie der Vermuthung, dafs das Thor für die Festzüge in der südlichen Altis-Mauer, das Heräon auf der Stelle der byzantinischen Kirche gestanden habe, sehr zweifelhaft und verbesserungsfähig. Eins ist jetzt schon

*) Während des Druckes ist bereits in einer Entfernung von 80 Metern nördlich vom Zeus-Tempel das Heräon, ein altdorischer Peripteral-Tempel von $50,_{00}{}^{m}$ Länge und $18,_{73}{}^{m}$ Breite mit sechs zu sechszehn Säulen gefunden und vollständig blofs gelegt worden. In seinem Innern wurde als besonderes Prachtstück der diesjährigen Ausgrabungen der marmorne Hermes des Praxiteles entdeckt.

sicher. Im Alterthume, zumal zur Zeit des Pausanias, da es Abend werden wollte über Hellas, war das Bild, welches die Altis bot, viel reicher, mannichfaltiger und dichter.

Welch' eine Fülle von Bau- und Bildwerken, zu Gruppen geordnet, durch Strafsen getheilt und von hochragenden Platanen, Weifspappeln, Cypressen und Oelbäumen beschattet, stand hier zusammengedrängt auf engem Raume! Wohin das Auge blickte, sah es die reich geschmückten Plätze alter Gottesverehrung. Aufser dem kolossalen Brandopfer-Altare, zu welchem Treppen emporführten, mehr als 60 im Freien stehende Altäre, darunter viele Doppelaltäre.

An zahlreichen Punkten traf man auf stattliche Götterbilder (davon 43 allein den Zeus darstellend und eins derselben 9^{m} hoch) und überall dehnten sich die fast unabsehbaren Reihen der Standbilder glücklicher Sieger zu Rofs oder zu Wagen, hier sich vorbereitend zum Kampfe, dort im Laufe begriffen, einige ringend, andre den Diskus werfend, wieder andre sich kränzend oder zu den Göttern betend. Pausanias nennt nur die wichtigsten, die er gesehen hat, es sind 234. Unter Berufung auf Plinius' Angaben über den Statuen-Reichthum zu Rhodos, Delphi, Athen und Olympia darf man diese Zahl getrost versechs- ja verachtfachen und wird noch unter der Wirklichkeit bleiben. Waren doch selbst einzelne Theile der Altis-Mauer mit statuarischen Weihgeschenken besetzt, so sehr gebrach es an Platz. Von allen untergeordneten Votivgaben, von Thieren, Dreifüfsen, Kandelabern, Stelen schweigt unser Gewährsmann ebenso wie von den massenhaft vorhandenen Urkunden in Erz und Marmor.

Und dieses ganze auf engem Raum versammelte Volk von edlen Gestalten — ein durch die Kunst verklärtes Gesammtabbild des Hellenenvolkes selbst — fand seinen Mittelpunkt in dem Goldelfenbein-Kolofs des Zeus, der in erhabener Majestät im grofsen Tempelhause thronte und mit gnadenreicher Milde den rüstigen Männern und Knaben für all' ihr Mühen und Kämpfen den höchsten Siegespreis, den Kranz vom „Baum der schönen Kränze“. selbst verlieh. Wohl kann man das Innere des Olympieion restauriren, da viel Material vorliegt und es an Analogien nicht fehlt; aber einen Total-Eindruck des hochgeweihten Raumes mit seinem Farbenzauber, seiner Lichtfülle und mit dem ein unsterbliches Leben athmenden Meisterwerke des Pheidias als grofsartigen Schlufspunkt durch die Kraft der Phantasie sich vorzustellen, darauf wird wohl verzichtet werden müssen, so viel Versuche auch schon gemacht sind, um von diesem Gipfel- und Vereinigungs-Punkte der drei bildenden Künste eine annähernde Vorstellung zu gewinnen.

Jene Schöpfung ist für immer dahin, wie das alte Hellas selbst mit seinem Kunsttriebe, der keine Ermattung, und seinem Kunstvermögen, das keine Schranke gekannt hat.

Unsere Aufgabe aber bleibt es, das grofse Archiv hellenischer Vergangenheit, das wir geöffnet haben, auszubeuten für künstlerische wie wissenschaftliche Zwecke. Solches thun wir nicht für uns allein, nicht für enge und bevorzugte Kreise, sondern für alle Gebildeten, für die Welt. Die Aufgabe ist schwer und grofs, noch gröfser die Verantwortung für alle, welche mit der Lösung mittelbar oder unmittelbar verbunden sind.

Wenn aber etwas geeignet ist, die persönlichen Mühen und Sorgen vergessen zu lassen, so ist es eine Freude, die aus doppelten Quellen fliefst. Einmal der dauernde Flufs von Nachrichten, die von neuen und werthvollen Funden berichten. So lautet ein erst heut bei dem auswärtigen Amte eingegangenes Telegramm aus Pyrgos: West unter anderen schöner Frauenkopf und kolossaler Jünglingskopf, wohl ein Gott, grofsartiger Fund.

Und zweitens ist es die nachhaltige warme Theilnahme, welche für das Olympia-Unternehmen sich überall im deutschen Volke kund gegeben hat. Das wärmste Interesse, — man darf sagen: ein herzliches Verhältnifs — hat und hegt zu dieser Sache der erhabene Herr, der an der Spitze des Staates stehend, in wenigen Tagen sein achtzigstes Jahr vollendet. In dem von der Mit- wie Nachwelt ihm geweihten Ruhmeskranze wird neben den Blättern mit grofsen kriegerischen Thaten auch das Blatt nicht fehlen, welches die erste und schöne Friedensarbeit des durch ihn wiedererstandenen deutschen Reiches bezeichnet, die Friedensarbeit: Olympia.“

Die Versammlung folgte dem Redner mit grofsem Interesse bis zum Schlufs des Vortrags, nach dessen Beendigung der zweite Theil der Feier, das gemeinsame Festmahl begann. Im Verlaufe desselben wurde zum ersten Mal vor dem das Andenken Schinkels feiernden Toast von Herrn Baurath Hobrecht ein Hoch auf den ehrwürdigen und vielgeliebten Herrscher unseres Vaterlandes ausgebracht. Der dann folgende Toast auf Schinkel, von dem diesmaligen Redner, Herrn Geh. Regierungsrath Lucae, in äufserst ansprechender und ergreifender Weise vorgetragen, gestaltete sich ebenfalls, wie die nachfolgenden Worte zeigen, in sofern anders als in früheren Jahren, als der Gedanke darin zum Ausdruck gelangt, dafs es nunmehr an der Zeit sei, an die Stelle der Trauer über den hingegangenen Meister die Freude treten zu lassen, dafs es uns vergönnt sei, einen solchen Meister wie Schinkel zu besitzen. Die Worte des Toasts lauteten:

„Meine Herren, wir feiern das Schinkelfest nun seit einigen dreifsig Jahren und wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn seine Bedeutung im Laufe der Zeit allmälig eine andere geworden ist.

Zuallererst als die Wunde, die Schinkels Heimgang gerissen hatte, noch vor aller Augen offen lag, war der 13. März eine ernste — ich möchte sagen, — eine persönliche Todtenfeier für alle diejenigen, die in Ihm ihren Freund und Meister verloren hatten.

Später wurde der heutige Tag das populärste berliner Künstlerfest, zu welchem sich nicht allein die Architekten vereinigten, um den gröfsten Baumeister seiner Zeit zu feiern, sondern an welchem die gesammte Kunstwelt durch ihr Erscheinen davon Zeugnifs ablegte, dafs in Schinkel ein Genie anerkannt werden mufste, welches mit seiner unerschöpflichen Gestaltungskraft sowohl die Baukunst als auch die Schwesterkünste beherrschte, denen Allen der tonangebende Führer fehlte.

Alle, auch die Gröfsten die neben ihm gestanden hatten, gaben oder gönnten ihm wenigstens den ersten Preis und so gestaltete sich allmälig die jährlich begangene Geburtstagsfeier Schinkels zu einem Cultus, den die Betheiligten aus aufrichtiger Bewunderung eines Verklärten, oder —

wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf — zur Verherrlichung ihres Apostels pflegten.

Dafs dem wirklich so war und ich hierin nicht etwa nur meine persönlichen Empfindungen dem Manne gegenüber ausspreche, dessen Antlitz auf uns hernieder blickt, davon legt allein schon ein Zeugnifs ab die grofse Menge von Festreden, in denen man versucht hat, die Vielseitigkeit und die geniale Tiefe dieses merkwürdigen Mannes zu erschöpfen.

Auch der heutige Festredner hat dieser Schinkelfest-Literatur ein inhaltvolles Blatt hinzugefügt, denn wenn er auch nicht zum Thema seines Vortrages unsern Meister gewählt hatte, so war es doch, als ob dieser in seinem Bilde den Worten folgte und am Schlusse hätte sprechen können: auch ich habe Griechenland wieder entdecken helfen.

Aber meine Herren, ich sagte, die Bedeutung des Schinkelfestes sei allmälig eine andere geworden.

Die Zeiten und die Ziele der Menschen sind eben nicht mehr dieselben. Die eine grofse Künstlergemeinde, die es früher hier nur gab und die von dem einen Geiste — nämlich dem Glauben an die Antike — durchdrungen war, hat allmälig einer Genossenschaft Platz gemacht, in welcher die allerverschiedensten künstlerischen Bekenntnisse vertreten und gleich berechtigt sind.

Mit einem Worte: das Schinkelfest ist nicht mehr die Feier einer ausschliefslichen Kunstrichtung.

Unser Herr Vorsitzende hat uns Allen aus der Seele gesprochen, als er mit stolzer Freude auf dieses Haus hinwies, welches der Gemeinsinn unseres Vereins geschaffen hat.

Aber meine Herren, wir haben nicht allein ein neues Haus bekommen; es ist in dieses Haus auch ein neuer Geist eingezogen.

Diejenigen, welche diesen Verein gründeten und die Schinkelfeier zuerst begingen, würden, wenn sie unter uns wären, diesem neuen Geist vielleicht mit Mifstrauen begegnen, denn sie vertraten ausschliefslich die alte Berliner Kunst und die war eben nur Schinkel.

Wir aber wollen diesen neuen Geist im Namen dessen, der als der vornehmste unserer Penaten hier nun eine bleibende Stätte gefunden hat, auf der Schwelle dieses unsres neuen Hauses herzlich bewillkommnen, denn wir müssen der Zukunft vertrauensvoll in's Auge sehen. —

Zurück wollen wir nur schauen, um zu lernen — auch von Ihm — und um Ihm zu danken, dafs er, damals ein Einzelner, ein Moses unter den Künstlern in einer Wüste, der schönheitsdurstigen Welt erquickende Nahrung brachte. Wir wollen Ihm danken, dafs er den Boden wieder fruchtbar gemacht hat, so dafs überall frische Quellen individuellen Lebens sprudeln, und hoffen wollen wir, dafs dieselben dereinst zu einem Strome werden mögen, in welchem sich ein Geist wie der Seine spiegelt. —

Dafs wir seit dem Tode Schinkels nicht müfsig gewesen sind, dafs sich die Bauthätigkeit auf allen ihren Gebieten reich entfaltet und der Kreis ihrer Aufgaben sich überraschend erweitert hat, davon legt das Buch „Berlin und seine Bauten" unter Anderem ein Zeugnifs ab, aber dieses Buch liefert auch den Beweis, was Schinkel einst war und was er auch heute noch ist. —

Ja dieses Buch wurde, ohne dafs man die Absicht damit hatte, von selber eine der schönsten Festgaben, die wir unserm grofsen Todten gewidmet haben, denn wenn es auch unpartheiisch jeder Richtung Raum gab, um ihre Werke für sich sprechen zu lassen, so glaube ich doch nicht, dafs Jemand unter uns ist, der — einmal ganz abgesehen von jedem specifischen Stilbekenntnifs — die heutigen Bauten in Bezug auf wirkliche architektonische Potenz, über die Werke Schinkels stellen möchte.

Nun meine Herren, wenn Sie darin mit mir übereinstimmen, dann ergreifen Sie mit mir Ihre Gläser, um durch ein Hoch auf Schinkel von Ihrer Gesinnung Zeugnifs abzulegen.

Die Trauerjahre sind vorüber, in denen wir unserm Meister ein stilles Glas weihten. Heute dürfen wir ihn laut leben lassen. Ja er soll leben in unserer Dankbarkeit, in unserer Verehrung und in unserer Arbeit."

Das nunmehr in heiterer Weise verlaufende Mahl wurde durch Quartett-Gesänge, vorzügliche Solo-Vorträge, sowie die von Herrn Land-Baumeister Appelius vorgetragene, vielfach grofse Heiterkeit hervorrufende Erklärung des humoristischen, von Herrn Director Grunert entworfenen Festblattes und endlich durch eine Anzahl telegraphischer Grüfse von Festgenossen aus anderen Städten des Vaterlandes unterbrochen und belebt. Nach Beendigung desselben blieb ein grofser Theil der Festgenossen noch fast bis zum Morgen des neuen Tages in den schönen Räumen des Architekten-Hauses in gehobener Stimmung versammelt, wobei die Darstellung ergötzlicher Nebelbilder nicht wenig zur Unterhaltung und Heiterkeit beitrug.

Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 12. December 1876.

Vorsitzender Hr. Weishaupt, Schriftführer Hr. Streckert.

Herr Quassowsky besprach in eingehender Weise die Auswechselung der Brückenüberbauten an der alten Elbbrücke bei Magdeburg.

Bei der Ertheilung der Erlaubnifs zum Bau einer neuen Elbbrücke unterhalb Magdeburg wurde der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn-Gesellschaft die Bedingung auferlegt, einen Mittelpfeiler der alten Eisenbahn-Elbbrücke oberhalb Magdeburg im Interesse der Schifffahrt zu entfernen. Um dies zu ermöglichen, mufste der eiserne Ueberbau von zwei Brückenöffnungen beseitigt und statt dessen eine Ueberbauconstruction hergestellt werden, welche die Unterstützung des erwähnten Pfeilers entbehren konnte. Die Fahrbahn der alten Elbbrücke liegt mit dem der Stadt Magdeburg zunächst befindlichen Theil in einer Curve von 592^m Radius, so dafs die Brücke selbst als Polygon angelegt ist. Aufserdem liegt sie schräg zum Stromstrich und bildet die Mittelaxe des umgebauten Theils einen Winkel von 59° 25′ mit der Mittellinie des Flusses. Die normale lichte Weite der Oeffnung betrug $18{,}_{83}$^{m} und die Länge jeder Ueberbau-

Construction, welche aus Gitterträgern bestehen und nur von Pfeiler zu Pfeiler reichen, $22,_{28}$m bei $2,_4$m Gesammthöhe ($1,_9$m Höhe der Schienen), das Gewicht ca. 35000k. Die neue Ueberbau-Construction, bestehend in Schwedler'schen Trägern von $7,_{21}$m Höhe in der Mitte und $3,_{21}$m Höhe an den Enden, hatte eine Länge von $49,_{78}$m und ein Gewicht von ca. 90000k excl. Fahrbahn. Da es bei der Lage der Verhältnisse nicht geboten war, die Auswechselung des Ueberbaues wie bei der Werder- und Potsdamer Brücke in wenigen Stunden zwischen zwei Zügen auszuführen, sondern für diese Arbeiten einige Tage zur Disposition gestellt werden konnten, so war folgendes Programm Seitens der Bauverwaltung aufgestellt:

1) der neue Ueberbau wird über einem Nebengeleise des Bahnhofes im Friedrich-Wilhelms-Garten montirt;
2) derselbe wird so hoch gehoben, dafs er bei eintretendem Transport über den alten Ueberbau frei fortreicht, und in dieser Höhenlage auf Eisenbahnwagen verladen;
3) die Eisenbahnwagen werden mit dem neuen Ueberbau mittelst einer Locomotive bis auf den Bestimmungsort gezogen, wobei auf das Durchfahren von Curven insofern Rücksicht zu nehmen ist, als die Verschiebbarkeit der mittleren Wagen durch Unterlegen von Walzen ermöglicht wird, während die Endwagen je in einem Drehpunkte mit dem Ueberbau fest verbunden werden.
4) Am Bestimmungsort wird der neue Ueberbau von Locomotivwinden, die auf den Pfeilern stehen, aufgenommen und auf beiden Enden so unterstützt, dafs ein Herablassen stattfinden kann.
5) Die alten Ueberbau-Constructionen werden mit Kähnen ausgefahren, die Auflager für den neuen Ueberbau hergestellt und die oberen Schichten des Mittelpfeilers abgebrochen.
6) Die neue Construction wird auf die Auflager herabgelassen, der Oberbau verlegt und an beiden Enden an das alte Geleise angeschlossen.
7) Alle diese Arbeiten etc. hat der Unternehmer für den zu offerirenden Preis auszuführen und wird ihm für die Auswechselung eine Zeit von in maximo 8 Tagen bewilligt. Wagen, Locomotiven, Schwellen zum Gerüst etc. stellt die Bahnverwaltung.
8) Der Unternehmer kann abweichende Constructionen etc. zur Sprache bringen, welche aber nur dann zugelassen sind, wenn eine ausdrückliche Vereinbarung über dieselben mit der Bahnverwaltung stattgefunden hat.

Bei der Submission übernahm der Fabrikant Vollhering aus Sudenburg bei Magdeburg die Lieferung des Ueberbaues mit allen Nebenarbeiten zum Preise von $43,_9$ Mark pro 100k und verpflichtete sich die Auswechselung der Ueberbauten in 24 Stunden zu bewirken, wenn ihm gestattet würde, zum Herablassen des neuen Ueberbaues mit Sand gefüllte Cylinder an Stelle der Locomotivwinden zu benutzen, welche Offerte acceptirt wurde.

Der Vortragende erläuterte sodann die Details der Montirung und Verladung, sowie des Transports und der Senkung der Ueberbau-Construction unter Vorlegung von Zeichnungen. Die bei der Senkung benutzten Sandcylinder von je 3m Höhe bestanden jeder aus 7 einzelnen Trommeln, welche durch 12 Stück Schrauben in ihren Flanschen verbunden waren. Jede Trommel war aus 2 Halbcylindern zusammengesetzt, hatte $0,_4$m Höhe, $0,_{52}$m lichten Durchmesser, $0,_{02}$m Stärke und wog ca. 3 Centner.

Die unterste Trommel hatte eine feste Decke mit einem durch einen Schieber verschliefsbaren Loche von $0,_{026}$m Durchmesser, durch welches der Sand aus dem ganzen Cylinder herausgelassen wurde.

An den Enden der Brücke waren 4 Kolben provisorisch befestigt, mit denen der Ueberbau auf der Sandfüllung ruhte. Das Senken um die Höhe einer Trommel erforderte ca. 6½ Minuten, worauf die Trommel durch Lösen der Schrauben abgenommen wurde und die Senkung durch die nächste Trommel begann. Im Ganzen hat das Senken ca. 3 Stunden, die ganze Auswechselung der Ueberbauten aber ca. 4 Tage in Anspruch genommen, da man bei der sehr ungünstigen Witterung des Novembers es vorzog, nur bei Tage und zwar während ca. 7 Stunden täglich zu arbeiten.

Herr Kessler erläuterte hierauf die Construction des ihm patentirten Sicherheits-Rades für Eisenbahnzwecke. Der Radreifen wird innen mit einer schwalbenschwanzförmigen Nuthe versehen, welche zur Ersparnifs von Material und Arbeit schon beim Walzen des Reifens in entsprechender rechtwinkliger Form hergestellt werden kann. Der Unterreifen erhält eine schwalbenschwanzförmige Feder, welche jener Nuthe des Radreifens genau entspricht. Der letztere wird in warmem Zustande auf den ersteren aufgezogen. Um die Zusammenstellung beider Radtheile zu ermöglichen, wird an dem inneren Umfange des Radreifens an 8 Stellen, bezw. an so viel Stellen, als das Rad Speichen hat, die schwalbenschwanzförmige Nuth ausgestofsen und die gleiche Operation mit dem Unterreifen an seinem äufseren Umfange vorgenommen. Hiernach kann, nach Art des Bajonett-Verschlusses, der Stern des Rades in den Radreifen hineingedreht werden, der nach Analogie des Verfahrens, welches bei gewöhnlichen Rädern beobachtet wird, um ein Geringes enger gedreht wird, damit er sich beim Erkalten überall fest dem Unterreifen anschliefst. Die nunmehr am Umfange des Rades vorhandenen 8 Lücken von bogenförmiger Gestalt werden durch stramm hineinpassende Schliefskeile von Eisen oder Stahl, welche zur Sicherung gegen Losschütteln zu vernieten sind, ausgefüllt.

Durch diese Construction soll erreicht werden: eine Erhöhung der Sicherheit des Radreifens gegen Zerspringen und eine Sicherheit gegen die, den rollenden Zug gefährdenden Folgen eines dennoch eintretenden Radreifenbruches. Ein weiterer Vorzug dieser Construction sei, dafs keine Schrauben und Niete zur Verwendung kommen, Befestigungsmittel, welche bei eintretenden Stöfsen stets unzuverlässiger Natur sind. Die Construction eigne sich auch zur Anwendung bei vorhandenen alten Radgestellen, seien es Speichen- oder Scheibenräder-Centres, oder Scheiben abgenutzter Gufsstahl-Scheibenräder.

An der sich hier anschliefsenden Discussion über die Zweckmäfsigkeit dieser Construction betheiligten sich die Herren Weishaupt, Schwartzkopff, Quassowsky, Borsig, Gust, Kaselowsky und der Vortragende.

Bei der statutenmäfsig stattfindenden Wahl des Vorstandes wurden die seitherigen Vorstands-Mitglieder: die Herren Weishaupt, Hartwich, Streckert, Oberbeck, Ernst und Röder wiedergewählt.

In üblicher Abstimmung wurden sodann die Herren Bau-Unternehmer Rob. Donath, Bauinspector Endell und Baumeister F. Rintelen als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen.

Versammlung am 9. Januar 1877.

Vorsitzender Hr. Weishaupt, Schriftführer Hr. Oberbeck.

Herr Frischen besprach die verschiedenen Anordnungen, welche in Bezug auf die Umstellung doppelter englischer Weichen getroffen werden können. Von den vier dazu gehörigen Zungenvorrichtungen wird entweder jede einzelne von einem besonderen Stellbock aus bewegt, oder es erhalten je zwei einen gemeinschaftlichen Stellbock, oder alle vier werden jedesmal gleichzeitig durch einen einzigen Bewegungs-Mechanismus umgestellt. Bei der zuletzt bezeichneten, neuerdings vorzugsweise angewandten Anordnung müssen die Zungen derartig mit einander in Verbindung gesetzt werden, dafs entweder die beiden geraden oder die beiden gekrümmten Wege für die Durchfahrt geöffnet sind, wobei eine einzige Signalvorrichtung an dem Stellbock genügt, um dem Locomotivführer anzuzeigen, in welcher Richtung er die Weiche durchfahren darf. Der Vortragende veranschaulicht dies an einem Modell und knüpft daran die Betrachtung, dafs, wenn jene Einrichtung auch unverkennbare Vorzüge biete, es doch unter gewissen Verhältnissen zweckmäfsiger sein möchte, jede einzelne Zungenvorrichtung für sich verstellbar zu machen oder auch an jedem Ende der englischen Weiche eine Stellvorrichtung vorzusehen und alsdann die Zugstangen so anzubringen, dafs die vier neben einander liegenden Zungen sich stets in derselben Richtung bewegen. Bei nur einer Stellvorrichtung könne nämlich unter Umständen den für die neueren Sicherheitsapparate gestellten Anforderungen nicht entsprochen werden, welche darauf abzielen, durch geeignete Verbindung der Signal- und Weichen-Stellvorrichtungen die Collision eines einfahrenden Zuges mit einem Rangirzuge zu verhüten. Hierbei komme es wesentlich darauf an, das Geben des Einfahrsignals so lange unmöglich zu machen, als nicht alle zwischen Haupt- und Nebengeleisen bestehenden Weichenverbindungen unterbrochen seien. Bei einfachen Weichen werde dies jedesmal durch eine der beiden möglichen Stellungen erreicht. Wenn aber der Fall vorkomme, dafs das Einfahrtsgeleis von einer Weichenstrafse gekreuzt werde, in welcher eine doppelte englische Weiche liegt, so werde bei Anwendung eines einzigen Bewegungs-Mechanismus immer entweder aus dem geraden oder aus dem gekrümmten Geleis ein Rangirzug in die nach dem Hauptgeleise führende Weichenstrafse gelangen können, der gegebenen Bedingung also durch keine der beiden möglichen Weichenstellungen zu entsprechen sein. Die Anordnung von vier oder zwei Stellböcken bedinge freilich auch die Anbringung mehrerer Weichensignale, was als ein Nachtheil anzusehen, aber für den betrachteten Fall nicht zu umgehen sei.

Herr Hartwich brachte zur Sprache, dafs nach sicheren Nachrichten aus Salonichi ein mit Kohlen beladenes Preufsisches Schiff genöthigt gewesen sei, seine Ladung zu löschen, weil die Kohlen in Brand zu gerathen drohten. Bei der Wichtigkeit, welche der Export über den Ocean für die Westfälischen Kohlen habe, erscheine es dringend geboten, den Ursachen einer derartigen Erscheinung nachzuforschen; die Qualität und Behandlung der Kohlen, namentlich beim Verladen, werde dabei näher in Betracht zu ziehen sein; es lasse sich annehmen, dafs gemischte Kohlen sich besonders leicht entzünden.

Es knüpfte sich hieran eine längere Debatte, in welcher Herr Hennig das tiefe Herabfallen der Kohlen beim Verladen als besonders schädlich bezeichnete, während Herr Frischen auf die Anwendung sogenannter elektrischer Thermometer zur Erkennung des Wärmegrades im Innern der Kohlenhaufen hinwies. Herr Dircksen bemerkte, dafs nach den Zeitungsberichten auf sehr verschiedene Ursachen der Entzündung zu schliefsen sei und dafs anscheinend die einzelnen Kohlensorten eine verschiedene Behandlung verlangten; durch die häufig angewandten Luftzüge, welche zur Abkühlung der Kohlen beitragen sollten, sei die Entzündung in mehreren Fällen nur befördert; ebenso habe sich das Aufgiefsen von kaltem Wasser als nutzlos erwiesen. Vornehmlich komme es darauf an, dafs in den Kohlen kein Schwefelkies enthalten sei; wenn nur klare gesiebte Kohle genommen werde, so könne auch Würfelkohle unbedenklich zum Export zugelassen werden. Herr Bensen erkannte die Schädlichkeit des Schwefelkiesgehaltes an, sprach sich aber im Allgemeinen gegen den Export von Würfelkohle aus. Die früheren Versuche, der englischen Kohle jenseit des Oceans durch Ausfuhr der westfälischen Kohle Concurrenz zu machen, seien zum Theil gerade in Folge des Umstandes gescheitert, dafs statt der viel gängigeren Stückkohle bröckelnde Würfelkohle versandt sei. Da durch das Herabgehen der Preise für die deutsche Kohle der Absatz der letzteren zur Zeit nach Möglichkeit begünstigt werde, so sei besonderer Werth darauf zu legen, dafs bei der Wahl der zu exportirenden Kohlensorten das Richtige getroffen und künftig nur Stückkohle über den Ocean versandt werde. Uebrigens sei mehrfach beobachtet worden, dafs auch die besten englischen Koakskohlen, in hohen Bergen aufgestapelt, leicht in Brand gerathen; als wirksames Gegenmittel habe sich möglichste Absperrung der Luft herausgestellt.

Der Vorsitzende führte im Anschlufs hieran aus, wie die Tarifsätze für den Kohlentransport auf weite Entfernungen in der letzten Zeit mehrfach schon so weit ermäfsigt seien, dafs auf erheblichen Gewinn selbst bei gröfserem Kohlenabsatz kaum noch gerechnet werden könne. Immerhin empfehle es sich bei den gegenwärtigen Nothständen, entsprechende Versuche in gröfserem Umfange noch weiter auszudehnen. Die Frage, wie weit es überhaupt angänglich sei, mit jenem Tarifsatz herabzugehen, lasse sich nicht generell beantworten; vielmehr sei dies wesentlich von den Verhältnissen der einzelnen Bahnstrecken und von der Möglichkeit einer guten Wagenausnutzung abhängig. In letzterer Beziehung sei es von besonderer Wichtigkeit, dafs ein recht regelmäfsiger Turnus bei den Kohlentransporten durchgeführt werde; es erscheine deshalb die häufig aufgestellte Behauptung unzutreffend, dafs mit einzelnen Extrazügen billiger befördert werden könne, indem dazu besonderes Personal und Material beschafft werden müsse, für welches die regelmäfsige Ausnutzung fehle; wo die Erfahrungen für jene Behauptung zu sprechen schienen, wie bei den Bahnen in den westlichen Kohlenrevieren, sei den betreffenden Zügen die Bezeichnung „Extrazüge“ zum Theil mit Unrecht beigelegt, indem dieselben regelmäfsig kursirten. Bei den öst-

lichen Bahnen (Oberschlesien-Berlin) habe man von jeher jede einzelne Wagenladung zu den überhaupt angenommenen billigsten Sätzen transportirt und hiermit eine vorzügliche Ausnutzung von Personal und Material in geschlossenen regelmäfsigen, in der Zahl wenig wechselnden Zügen erreicht.

Zum Schlufs wurden in üblicher Abstimmung die Herren Dr. jur. Koch, Oberingenieur Haafsengier und Baumeister Weifs als einheimische ordentliche Mitglieder in den Verein aufgenommen.

Literatur.

Dictionnaire raisonné d'Architecture et des sciences et arts qui s'y rattachent, par Ernest Bosc, architecte. Paris, librairie de Firmin Didot et Cie. 1876. 77. Lex. 8. Lieferung 1 — 4.

Ein Werk wie das vorliegende, von dem freilich erst 4 Lieferungen (bis zum Worte choragique) erschienen sind, ruft unwillkürlich eine Vergleichung einerseits mit dem vor Kurzem in 3. Auflage beendigten bekannten Baulexikon vom Baurath Dr. Oscar Mothes, andererseits mit dem auch von den deutschen Architekten und Archäologen hochgeschätzten Dictionnaire de l'Architecture française von Viollet-le-Duc, und, wenn man will, auch mit Ramée's dict. général des termes d'architecture, Paris 1868, hervor. Jedes derselben ist in seiner Aufgabe vom anderen verschieden: unser Ernest Bosc will, wie der Titel sagt, die gesammte Architektur aller Zeiten und aller Völker und die damit zusammenhängenden Künste und Wissenschaften behandeln, läfst aber, da dieser Zusammenhang ein sehr unbestimmter, dehnbarer Begriff ist, in dieser letzteren Beziehung Manches zu wünschen übrig; Mothes, schon wegen seiner 4 Sprachen nicht nur an Artikeln der reichste, ist auch im eigentlichen Inhalt der reichste und in Betreff der mit der Architektur verbundenen Künste der weitgreifendste; Viollet-le-Duc behandelt bekanntlich in verhältnifsmäfsig wenigen, grofsentheils sehr eingehenden Artikeln fast nur das eigentliche Mittelalter und zeichnet sich vorzugsweise durch seine trefflichen Abbildungen aus; Ramée ist, wie sich ebenfalls schon aus dem Titel des Buches ergiebt, der kürzeste und dürftigste, nicht nur in der Angabe der historischen Entwickelung der einzelnen Baustile und Bautheile, sondern auch in den bildlichen Veranschaulichungen, die bei ihm, was sich in einem architektonischen Wörterbuche kaum begreifen läfst, gänzlich fehlen. Aus allen 4 genannten geht aber zunächst so viel hervor, dafs in derartigen Wörterbüchern, ebenso wie in allgemeinen sprachlichen, absolute Vollständigkeit von keinem erreicht worden ist; denn auch Bosc und Mothes, die unbedingt an Artikeln reichsten, können einander noch Vieles abgeben. Manches hat Ersterer, was Letzterer nicht hat, und umgekehrt. Im Allgemeinen aber mufs man sagen, dafs Bosc mit ebenso grofser historischen und technischen Kenntnifs als Klarheit und Gründlichkeit seine Artikel behandelt, aber nur so weit sie die architektonischen Erscheinungen des Alterthums und Frankreichs zum Inhalt haben; wo es darüber hinausgeht, namentlich wo Deutschland, aber auch England und Italien in Betracht kommen, da reicht das Wissen des Verf. oft nicht aus, da werden die Angaben oft dürftig oder verfallen in Irrthümer. Was dagegen, wie wir bereits andeuteten, die Aufnahme oder Nichtaufnahme der Hülfswissenschaften der Architektur anlangt, so läfst sich hierin schwerlich ein vom Verf. befolgter Grundsatz erblicken, z. B. in den Kunstausdrücken aus dem Gebiete der Heraldik, wo hin und wieder das Streben nach Vollständigkeit durchblickt, während andere, bekannten heraldischen Handbüchern zu entnehmende Ausdrücke fehlen. Ja selbst auf dem Gebiet der Architektur selber finden sich einige unbegreifliche Lücken, (s. unten), aber auch umgekehrt einige in den übrigen Wörterbüchern fehlende Ausdrücke.

Heben wir zunächst unter den ausführlicheren Artikeln einige der besten und gründlichsten hervor, so sind vor allen Dingen zu nennen: acropole, arc de triomphe (soweit er das Alterthum betrifft), cannelure, carreau, monuments celtiques und ihre verschiedenen Bestimmungen, château d'eau, chaussée, cheminée und chéneau, während dagegen andere ziemlich oder sehr dürftig ausgefallen sind, z. B. abbaye, deren innere Räumlichkeiten zwar aufgezählt, aber in ihrer Lage und Einrichtung nicht weiter beschrieben werden, was hoffentlich der Artikel monastère oder architecture monastique noch nachholen wird; aber sehr dürftig wird die Aufzählung der berühmtesten Abteien in Deutschland abgemacht mit den drei Namen Altenberg (soll wohl Altenberg bei Köln, nicht Altenberg a. d. Lahn sein), Maalbronn (sic!), Rommersdorf; ebenso der Artikel architecture allemande, wo schon der Satz: „on peut retrouver des traces profondes des modifications que nous venons de signaler dans toute l'architecture romano-byzantine des bords du Rhin, notamment dans les églises de Worms, de Mayence, de Spire, de Bâle, de Limbourg, de Trèves, d'Erfurt, de Nuremberg etc. ein hinlängliches Zeugnifs von der Kenntnifs des Verf. in der deutschen Baukunst ausstellt; ebendaselbst ist auch die Notiz über Wolfgang Müller, den Erbauer der St. Michaelskirche in München, dahin zu berichtigen, dafs diese Erbauung 1585 — 1589 (nicht 1507) geschah. Ebenso dürftig sieht es aus mit den Artikeln architecture anglaise, wo doch wenigstens die Haupteigenthümlichkeiten im Grundplan und im Aufbau der Kirchen leicht anzugeben waren; mit ambon, archéologue, wo, wenn die Namen der bedeutendsten Archäologen genannt werden sollten, zunächst eine strenge Unterscheidung zwischen den Erforschern der Kunstdenkmale des Alterthums und denen des Mittelalters zu machen war, da sich bekanntlich selten Beides in einem Forscher vereinigt. Wie kümmerlich mag es in Deutschland wohl mit der Archäologie aussehen, wenn es wahr wäre, dafs es nur 2 bedeutende Namen hierin aufzuweisen hat, nämlich „Böttiger und Ottfried Müller", während aus Frankreich 18 Namen und „tous les membres de l'Académie des inscriptions et belles-lettres" paradiren. Dazu kommen die Artikel atrium (der mittelalterlichen Kirchen), blason, worüber wir bereits oben eine das ganze Gebiet der Heraldik

betreffende Bemerkung machten; bourse, campanile, wo die Aufzählung der bedeutendsten, welche Italien besitzt, mit den Worten schliefst: de Padoue, de Garifendi (sic), de Bologne, de Ravenne et de Sainte-Agnès de Mantoue. Da hat sich wohl erstens ein böser Druckfehler eingeschlichen, zweitens aber giebt es keine Kirche St. Agnes in Mantua; drittens vermifst man die viel bedeutenderen Glockenthürme von St. Marco in Venedig und von St. Maria in Cosmedin in Rom. Ebenso mangelhaft ist der Artikel chaire, Kanzel, wo sogar gesagt wird, dafs die ältesten noch vorhandenen Kanzeln aus dem 15. Jahrh. datiren, eine Behauptung, die im Munde eines Architekten ganz unbegreiflich ist, der ja doch gewifs, wenn auch nicht die ältesten in Deutschland und England, doch die berühmten Kanzeln Niccolo Pisan's im Baptisterium zu Pisa und im Dom zu Siena, die in St. Giovanni in Pistoja und im Dom zu Ravello kennt, die sämmtlich dem 13. Jahrh. angehören; oder hat er im französichen etwa einen anderen Ausdruck dafür, als chaire? Ebenso dürftig die Artikel Camposanto, céramique, chartreuse, wo, weil die Definition unrichtig ist, auch die Angabe der eigenthümlichen Einrichtungen der Carthäuser-Klöster fehlt; dasselbe gilt endlich von den sehr wichtigen Artikeln choeur und château fort, wenn letzteres nicht etwa noch unter dem Stichwort militaire (architecture) in vollkommnerer Gestalt auftreten wird.

Ein näheres Eingehen verdient unseres Erachtens der Artikel „abside" (richtiger apside), ein Begriff, über dessen Namen zwar hinlängliche Untersuchungen angestellt sind (vgl. Otte, Handb. der kirchl. Archäol. 4. Aufl. S. 36, Kreuser, der christl. Kirchenbau I, S. 129 ff., Weingärtner, Ursprung und Entwickelung des christl. Kirchengebäudes S. 111 ff.), der aber von unserem Verf. sehr ungenau, von Viollet-le-Duc geradezu falsch definirt, von Beiden daher auch in der Wirklichkeit unrichtig nachgewiesen wird. Wenn es nämlich schon aus dem griechischen Worte selbst, sowie aus concha, Muschel, hinlänglich hervorgeht, dafs die Form der gewölbten Nische dabei unerläfslich ist, so ist die von Bosc aufgestellte Definition „partie ordinairement circulaire ou polygonale qui termine le choeur d'une église" zunächst insofern ungenau, dafs sie das Wort ordinairement lieber weglassen sollte, und die von Viollet-le-Duc gegebene Definition, „c'est la partie, qui termine le choeur d'une église, soit par un hémicycle, soit par des pans coupés, soit par un mur plat", gradezu falsch, denn erstlich kann die Form der Apsis auch weniger als einen Halbkreis bilden, zweitens ist der mur plat dem Begriff der Apsis völlig widersprechend. Er fügt freilich hinzu: „Obgleich das Wort abside streng genommen nur von der Tribüne oder dem überwölbten Halbrund (cul-de-four) gesagt werden kann, das die alte Basilika abschliefst" (was wieder eine zu enge Definition wäre), „so bezeichnet man doch heutzutage damit das Chorhaupt (chevet), den Chorschlufs, ja sogar die halbrunden oder polygonen Kapellen der Kreuzflügel oder des runden Chorhauptes. Dann nennt er eine Menge von Kirchen, „die viereckige Apsiden haben", was schon an sich ein Widerspruch ist. (Einen ähnlichen Widerspruch duldet freilich die Terminologie der Architektur in dem Ausdruck „scheitrechter Bogen, franz. arc-linteau, engl. straight arch"). Richtiger schreibt und definirt das Dictionnaire de l'Acad. des Beaux-arts das Wort apside: „il a été employé par les anciens et par les écrivains chrétiens pour désigner la tribune ou grande niche surmontée d'une voûte, qui terminait les basiliques antiques et celles des premiers siècles de notre ère. La demi-calotte sphérique dont la tribune est couverte étant la seule partie voûtée des premiers temples chrétiens, l'ensemble de la tribune a été dénommé comme devait l'être seulement la partie la plus caractéristique, la voûte." Es fügt dann freilich hinzu, dafs heutzutage das Wort ausgedehnt wird auf jeden, sogar rechteckigen Chorschlufs, „qui n'offre par conséquent aucune analogie avec les formes arrondies portant une demi-calotte sphériques, telles que les présentaient les véritables apsides." „Mithin wird das Wort gebraucht, um ganz allgemein den äufsersten Theil des Sanctuariums zu bezeichnen, ohne Rücksicht auf die Formen desselben." Wenn also das Dictionn. de l'Acad. schon viel richtiger definirt (aber die widersinnige Anwendung des Wortes auf den geraden Chorschlufs hätte verwerfen sollen), so ist doch in Bezug auf alle drei Definitionen zu bemerken, dafs sie das zweite charakteristische Merkmal einer wirklichen Apsis durchaus nicht betonen, dafs sie nämlich nicht einfach das äufserste Ende eines runden oder polygonen Chorschlusses ist, sondern ein organisch gesondertes Glied, eine selbständige Vorlage des Altarhauses, die aus dem Schlusse desselben heraustreten mufs, deren daher die einfach polygon schliefsenden gothischen Kirchen schon vom 13. Jahrh. an gänzlich entbehren. Aus diesem Mifsverständnifs und Mifsbrauch des Begriffes Apsis entspringen eine Menge von unrichtigen Sätzen dieses Artikels im Dictionn. von Bosc, aber auch sonstige Ungenauigkeiten, z. B. sagt er: im 13., 14. und 15. Jahrh. fing man an, die Apsiden mit 3, 5 oder 7 chapelles rayonnantes zu umgeben, wofür er, abgesehen davon, dafs man nicht gut drei Jahrhunderte nach einander anfangen kann, das nicht sehr passende Beispiel von Saint-Guilhem-le-Desert angiebt, wo die drei eigentlichen Apsiden in gleicher Flucht liegen, also nicht chapelles rayonnantes sind, und nur die südliche Nebenapsis kleine Mauernischen hat, die kaum radiante Kapellen zu nennen sind. Warum nicht lieber eins der bekannten Muster dieser Anordnung, z. B. die Abteikirche in Fontévrault, oder Saint-Hilaire in Poitiers, oder Notre Dame du Port in Clermont, von denen die beiden letzteren vier radiante Apsiden haben? Aufserdem ist es auch ein grofser Irrthum, dafs diese Anordnung radianter Kapellen erst im 13. Jahrh. aufgekommen sei; ein Blick in den Artikel „chapelle" von Viollet-le-Duc (Dictionn. d'archit. II. p. 456) hätte gezeigt, dafs in Frankreich dergleichen wenigstens schon im 10. Jahrh. geschah. Damit und mit der oben erwähnten Dürftigkeit des Artikels Choeur hangen aber auch die schwachen Bemerkungen des Verf. über das namentlich in Deutschland häufige Vorkommen einer westlichen Apsis (contre-apside) zusammen. Wenn also der Begriff einer wirklichen Apsis unseres Erachtens sehr leicht, aber anders zu definiren ist, als es hier geschehen, so läfst sich dagegen schwerlich eine genaue Grenze zwischen den Begriffen Apsis und Chorkapelle ziehen, also sagen, wann eine Apsis zur Kapelle wird, und wann radiante Apsiden den Namen Kapellenkranz verdienen.

Nach dieser Hervorhebung der uns besonders schwach oder mangelhaft scheinenden Artikel bleibt uns noch die kurze Aufzählung einzelner Irrthümer und Unrichtigkeiten, sowie derjenigen Wörter übrig, die Aufnahme hätten finden

müssen. S. 11. Die Biene ist in der Ikonographie das Attribut nicht nur des h. Ambrosius, sondern auch des Bernhard von Clairvaux und des Johannes Chrysostomus. — S. 51. Aileron, die bekannte umgekehrte Spirale, ist nicht erst dem Jesuitenstile eigen, sondern zeigt sich in Italien schon gleich bei den ersten Renaissancebauten, wohl am frühsten von Leon Battista Alberti an der Façade von S. Maria Novella in Florenz, Mitte des 15. Jahrh. — S. 70 sind die Maafse des Amphitheaters in Pozzuoli unrichtig angegeben. Nach Bosc wäre es das gröfste von allen; es ist aber kleiner als die von Rom, Capua und Verona, da sein gröfserer Durchmesser nur 147, sein kleinerer 117[m] beträgt. — S. 257 ist die heraldische Bezeichnung von orange unrichtig angegeben; es ist vertikale und schräglinke (nicht schrägrechte) Schraffirung. — S. 257 ist zu lesen nillée oder oder anillée, nicht nellée; ebenso gringolée, nicht gringalée. — S. 259. Mantelé bedeutet in der Heraldik nichts als eine niedrige Spitze. — S. 327. Campanes (in dritter Bedeutung) sind nichts als die Tropfen am dorischen Gebälk. — S. 340. Die Abtei Lorsch ist gestiftet 764, nicht 776. — S. 369 ist die Definition non cercle nicht richtig, denn nicht jede beliebige circonférence begrenzt den Kreis, sondern nur die von einem Mittelpunkt überall gleich weit entfernte.

Etwas gröfser als diese Liste wäre, wenn wir sie vollständig geben wollten, wohl die der fehlenden, nothwendig aufzunehmenden Wörter. Unter den auf den ersten Blick von uns vermifsten nennen wir nur antéglise Vorkirche, grofse Vorhalle einer Kirche, antémural äufsere Ringmauer einer Burg, antestature leichte Verschanzung von Palissaden, arc en carène Kielbogen, arc ébrasé ausgeschrägter und arc renfoncé eingehender Bogen, sowie mehrere andere aus Mothes' Baulexicon zu entnehmende Bogenarten, architecture arménienne, avant-nef innere Vorhalle einer Kirche, avant-porche äufsere Vorhalle, avant-porte, avant-seuil breite Stufe vor einer Thür, bastide nach Caumont, Abécédaire 2. éd. II. p. 158 ff., bâton tordu gewundener Stab, im Artikel blason viele heraldische Kreuze, im Artikel bois viele das Bauwesen betreffende Ausdrücke, boisage Holzwerk, bouge als Subst. in seinen verschiedenen Bedeutungen, brisé in zwei heraldischen Bedeutungen, cabinet in der Bedeutung Kunstschrank, cachot Kerker, cantonnière Eckbeschlag, cartouche als Wappenschild, cassette, céroplastique, chemin de Jérusalem, chien (ikonographisch) und andere, die aus Mothes' Baulexikon mit leichter Mühe zu vermehren wären. Ebenso ist, wie es sich z. B. im Artikel animaux (Symbolik der Thiere) und anderen bemerklich macht, die Literatur unter den Hauptartikeln, wo sie sich bestrebt die einschlägigen deutschen Werke zu nennen, höchst mangelhaft, abgesehen davon, dafs, wo sie sich findet, die Namen deutscher Schriftsteller oft ebenso falsch geschrieben sind, wie die deutschen Ortsnamen.

Trotz aller dieser gröfseren und kleineren Irrthümer, Versehen und Mängel kann man dem Werke, so weit es bis jetzt vorliegt — und sicher wird es sich im weiteren Fortgang eher verbessern als verschlechtern — und namentlich so weit es das Alterthum und Frankreich betrifft, das Lob vielseitiger Kenntnifs und grofser Umsicht deshalb nicht versagen, weil es einen einzigen Architekten zum Verfasser hat, und nicht etwa, wie Mothes' Baulexikon, unter Mitwirkung anderer Fachmänner und Kunstforscher entstanden ist. Die darin beobachtete Sprache leidet freilich an einer gewissen Breite und würde, wenn sie sich kürzer fafste und sich manchmal mit Verweisungen und Zusammenfassung verwandter Wörter begnügte, viel Raum, also auch dem Käufer Kosten ersparen. Diese Kostspieligkeit, die Folge der luxuriösen Ausstattung des Werkes, das in jeder Lieferung mit wenigstens einer chromolithographirten Tafel und aufserdem selbstverständlich mit zahlreichen Holzschnitten versehen ist und überhaupt in seinem ganzen Aeufsern als Pendant zu dem in gleichem Verlage erscheinenden, aber leider im Schneckengang vorrückenden Dictionnaire de l'Académie des Beaux-arts auftritt, diese Kostspieligkeit, fürchten wir, wird der verdienten Verbreitung des Werkes in Deutschland im Wege stehen.

Bremen. H. A. Müller.

Nekrolog.

Seit Monaten deckt der Rasen die sterblichen Reste eines Mannes, dem reiches Wissen, unermüdete Thatkraft und edler Charakter ebenso allseitig Achtung und Liebe erworben hatten, wie die schweren Schicksalsschläge, die seine letzten Lebensjahre verdunkelten, Alle, welche ihm näher standen, mit dem innigsten Mitgefühle erfüllten:

Theodor Stein,

Königlicher Geheimer Regierungsrath a. D. und Vorsitzender des Directoriums der Berlin-Stettiner Eisenbahn-Gesellschaft, weilt nicht mehr unter uns. Dieser Verlust wird nicht nur schmerzlich empfunden im Kreise seiner Familie und Freunde, nicht nur in seinem ausgedehnten Wirkungskreise wird die belebende Kraft schwer vermifst: die Vielen, denen er mit Rath und That treu zur Seite stand, beklagen tief das Fehlen des kräftigen Führers und Helfers. — Das Baufach hat durch seinen Hintritt einen seiner tüchtigsten und edelsten Zierden verloren.

Am 18. Juli 1802 in Plock von deutschen Eltern katholischen Glaubens geboren, kam er schon im ersten Lebensjahre nach Königsberg i/Pr., wo er seine Schulbildung empfing.

Sein Vater, ein Postbeamter, bestimmte ihn für den Justizdienst, zu dessen Erlernung er beim Gerichte in Labiau als Schreiber eintrat. Der dortige Landbaumeister Jester lernte Stein kennen, bemerkte sein Talent und veranlafste ihn, dem Willen des Vaters entgegen, seine Stellung aufzugeben und die Feldmefskunst, die damalige Vorschule der Bauwissenschaften zu erlernen. 1821 wurde Jester nach Heilsberg versetzt. Stein ging mit ihm, arbeitete dort noch 2 Jahre als Eleve und

machte, nachdem er durch Beschäftigung bei verschiedenen Bauten, u. a. beim Bau der Altstädtischen Kirche in Königsberg i/Pr. seine Kenntnisse im Baufache erweitert hatte, im Jahre 1825 das Examen als Bau-Conducteur, dem 1829 die Bauinspector-Nachprüfung folgte.

Als Bau-Conducteur war sein erster Bau das Regierungs-Gebäude in Gumbinnen. Daneben führte er mehrere Privatbauten auf benachbarten Gütern aus. Sein Hauptaugenmerk richtete er auf Beschaffung guter und preiswürdiger Materialien, und vorzugsweise auf Herstellung guter Mauersteine, deren Fabrikation damals noch sehr im Argen lag. Durch sein ernstes Streben und seinen unermüdlichen Eifer hatte er die Aufmerksamkeit Schinkel's und Beuth's auf sich gelenkt und sich besonders Schinkel's Wohlwollen erworben, der ihn in Gumbinnen besuchte, ihn auf seinen Dienstreisen mit sich nahm, und auch in brieflichem Verkehr mit ihm blieb. Schinkel war dem Verstorbenen stets ein hehres Vorbild, dem er mit Begeisterung nachstrebte. Mit inniger Wärme erzählte er von der milden Beurtheilung, die der grofse Meister den oft recht dürftigen, mifsverstandenen Ausführungen seiner bis in das kleinste Detail ausgearbeiteten Entwürfe zu Theil werden liefs, von dem feinen Gefühl für Naturschönheiten und besonders von dem genialen Zuge, durch den er auch die einfachsten Dienstgeschäfte aus der Sphäre der Alltäglichkeit zu erheben wufste. 1838 wurde Stein als Bauinspector nach Danzig versetzt. Neben seinen ausgedehnten Berufsarbeiten leitete er auch hier eine erhebliche Anzahl von Privatbauten: Stadt- und Landhäuser reicher Danziger Kaufherren (Berent, Amort, Hepner) wurden mit gutem Geschmack auf- und ausgebaut. Stein's stets auf das Ideale gerichtetem Sinn, seiner Thatkraft und allgemein anerkannten Uneigennützigkeit gelang es, verhältnifsmäfsig bedeutende Summen für diese Bauten flüssig zu machen und sich die Zufriedenheit der Bauherren zu erwerben, so dafs ihm noch jetzt ein gutes Andenken in Danzig gewahrt ist. Nicht ohne Interesse ist es, dafs ihm Seitens einzelner seiner Auftraggeber ein angemessenes Honorar zum Theil dadurch zugewendet wurde, dafs sie ihn bei gewinnreichen Weizenspeculationen betheiligten. So erfreulich diese Bauthätigkeit, der Verkehr mit den Freunden und die Speculation an der Börse auch gewesen, so trübe endete der Aufenthalt in Danzig. 1841 starb seine Frau, und im Januar 1842 folgte ihr das einzige Töchterchen. Der Schmerz über diese Vernichtung eines glücklichen Familienlebens war so grofs, dafs Stein sich aufser Stande fühlte, die Danziger Stelle weiter zu verwalten, vielmehr einen längeren Urlaub erbat und erhielt, den er zu einer Reise nach Italien benutzte.

Sein steter Begleiter auf dieser Reise war der Bildhauer Hopfgarten, mit dem er bis zum Tode des hochbegabten Künstlers in freundschaftlichem Verkehr blieb.

In Rom lebte er ganz der Kunst, befreundete sich mit vielen Künstlern, besonders mit den Malern Horner und Müller, malte auch selbst viel, und erwarb sich in dieser Zeit einen klaren Blick für Kunstform und Farbe, der ihm eine reiche Quelle der Befriedigung und des Genusses für das ganze Leben geblieben ist.

Bald nach seiner Rückkehr am letzten Tage des Jahres 1842 erhielt Stein die Berufung zur Ministerial-Bau-Commission, der er im Januar 1843 Folge leistete. In Berlin eröffnete sich ihm ein reiches Feld der Thätigkeit. Sein bedeutendster Bau war die Diakonissen-Anstalt Bethanien; die ersten, von Persius herrührenden Entwürfe wurden durch Stein umgearbeitet, besonders die Grundrifsbildung, die Ventilation und viele wirthschaftliche Einrichtungen in Folge einer zu diesem Zwecke gemachten Studienreise nach England eigenartig ausgeführt. Das Kochen der Speisen in Gefäfsen mit doppelten Wänden, in deren Zwischenraum heifse Wasserdämpfe eingeführt werden, ist wohl hier mit zuerst in Deutschland angewendet.

Mit der eigentlichen Bauleitung war der jetzige Baurath und Director der Muldethal-Eisenbahn Römer beschäftigt. An seiner Wahl bewies Stein zum ersten Mal die Gabe, tüchtige Männer zu erkennen und sich zu Mitarbeitern heranzubilden, eine Gabe, die ihm später die Erfüllung der mannigfachen Aufgaben seines Lebens wesentlich erleichtert hat.

Der Bau des unter dem Protectorate der Hochseligen Königin Elisabeth stehenden Krankenhauses brachte Stein mit den höchsten Kreisen in Berührung und bei der Eröffnung der Anstalt wurde er zum ersten Male durch die Verleihung eines Ordens ausgezeichnet.

Vom den vielen Bau-Ausführungen, deren Leitung ihm in Berlin oblag, interessirte ihn am meisten der im Jahre 1844 begonnene Ausbau der Klosterkirche, dem im Wesentlichen Pläne von Schinkel zu Grunde liegen, von denen Stein einzelne als heilige Vermächtnisse in seinen Mappen aufbewahrte.

Die Verwendung von Eisen und Zink zu den Giebelthurmspitzen war damals noch neu, und ist im Laufe der Zeit durch Stein öfter wiederholt. (Werder'sche und Louisenstädtische Kirche in Berlin, Klosterkirche zum guten Hirten in Aachen, Evangelische Kirche in Eupen.)

In den Jahren 1847/49 lehrte Stein an der Bau-Akademie; Constructionslehre und Landwirthschaftliche Baukunde waren die Fächer, über die er vortrug. Auch diesem Zweige seiner Thätigkeit widmete er sich mit regem Eifer, mit welchem Erfolg, darüber kann man urtheilen aus der Begeisterung, mit der seine damaligen Schüler sich des lebendigen anregenden Vortrages und des liebenswürdigen Lehrers erinnern.

Aufserdem beschäftigten ihn viele Privatbauten, wie die Bergmann'sche Schönfärberei, die Kunheim'sche Fabrik, das Gerson'sche Modewaarenlager, die Lampenfabrik von Wiebke u. a. m. Diese ausgebreitete Thätigkeit brachte ihn in Verbindung mit den bedeutendsten Künstlern; Stüler, Rauch, Kifs, Dankberg gehörten zu seinen näheren Bekannten und Freunden.

Es wurde ihm daher nicht leicht, Berlin zu verlassen und die Ernennung zum Regierungs- und Baurath in Aachen anzunehmen.

Er hatte in Berlin zum zweiten Male geheirathet und ging mit der Familie im Jahre 1849 nach seinem neuen Bestimmungsorte.

Auch dort liefs er es bei der Erfüllung der Dienstpflichten nicht bewenden, sondern suchte und fand Gelegenheit zu erweiterter Wirksamkeit. Es gelang ihm, durch die auf eigene Kosten ausgeführte Restauration des ersten Apostels am Dom zu Aachen eine so allgemeine Theilnahme für die Wiederherstellung dieses stark baufälligen alten Bauwerks zu wecken, dafs

binnen wenigen Jahren bedeutende Mittel aus Privat-Beiträgen zusammengeflossen waren, und Seine Majestät der König sich bewogen gefühlt hatte, vier gemalte Fenster von hohem Werthe zu stiften. Nahe Beziehungen zum Regierungs-Präsidenten von Kühlwetter sowie zu bedeutenden Künstlern, wie Scheuren, Rethel, Zwirner, ergaben sich aus seinen Bestrebungen und erleichterten dieselben.

Der Pabst ehrte Stein's uneigennützige Bemühungen durch den Gregorius-Orden und einen schmeichelhaften Brief in lateinischer Sprache.

In die Aachener Zeit fallen auch die Commissorien für die Weltausstellungen in Londen und Paris 1851 und 1855. Schon bei der Gewerbe-Ausstelluung im Berliner Zeughause im Jahre 1844 hatte Stein seinen guten Geschmack im Arrangement der Ausstellungs-Gegenstände gezeigt, und auf den Weltausstellungen hatte er von neuem Gelegenheit, dieses Geschick zu bethätigen. Jeder Besucher der ersten Londoner Ausstellung wird sich erinnern, wie sehr die von Stein angeordnete Ausstellung des Zollvereins sich durch Klarheit, Ruhe und Schönheit der Anordnung vor den meisten anderen auszeichnete.

Seinem unermüdlichen Eifer gelang es auch, Vortheile zu gewinnen und Mittel zu beschaffen, die den Ausstellern und der Ausstellung selbst zu Gute kamen. Anerkennungsschreiben und Orden aller Art, auch von Regierungen, für deren Angehörige er nur aufseramtlich und mittelbar wirksam gewesen war, geben Zeugnifs von dem grofsen Eifer und von den Erfolgen seiner Thätigkeit.

Wie sich Stein aber auch sonst Anerkennung und Liebe zu erwerben wufste, geht daraus hervor, dafs er im Jahre 1854 für die Kreise Schleiden, Montjoie und Malmedy zum Abgeordneten gewählt wurde und während 2 Legislaturperioden diese Kreise vertrat.

Die schnelle Vermehrung seiner Familie nöthigte den genügsamen Mann, an weitere Erwerbsquellen zu denken. Im Jahre 1853 schreibt er einem Danziger Freunde, dafs er schon 3 Knaben und 4 Mädchen habe, und da er nie ein guter Finanzier gewesen, daran denken müsse, anderweit Etwas zu erwerben, dafs er daher den Staatsdienst verlassen, und für eine Privat-Gesellschaft eine Eisenbahn in der Eifel bauen wolle.

Dies Project kam zwar nicht zur Ausführung, aber der Eisenbahnbau bleibt jetzt das Feld, auf dem er glaubte, seine Kräfte hinreichend ausnutzen zu können. Der Strafsenbau war nicht allein während seiner Lehrzeit, sondern auch in seinen dienstlichen Stellungen, besonders aber im Regierungsbezirk Aachen von ihm auf das Eifrigste gepflegt; jetzt studirte er mit Fleifs und mit der ihm eigenen Schnelligkeit der Auffassung den Eisenbahnbau, und schon im Jahre 1856 wird er zum Vorsitzenden der Commission für den Bau der Kreuz-Cüstrin-Frankfurter Eisenbahn ernannt (der aufser ihm noch der damalige Regierungs-Assessor von Mutius angehörte). Im Frühjahr des genannten Jahres siedelte er nach Frankfurt a/O. über.

Das Streben, die Zweifler zu beschämen, die Wohlwollenden zu erfreuen, sich selbst zu genügen, treibt den thatkräftigen Mann zur Anspannung aller Kräfte, um die ihm gestellte Aufgabe durchzuführen und die Bahn innerhalb 2 Jahren zu vollenden. Zunächst galt es, tüchtige Männer für seine Büreaus und für die Strecke zu finden und für ihre Aufgabe zu begeistern. Da waren Römer und Sternberg, Hobrecht, Lange und Kirchhoff, Jaedicke und Schorfs, Anderer nicht zu gedenken, von denen die meisten jetzt hervorragende Stellungen im Baufach einnehmen. Dann ging es an die Organisation. Zunächst mufste die bisherige bewährte, wenn auch etwas vielgegliederte Form vom Aufseher, Bauführer und Streckenbaumeister zur Abtheilung und erst von dieser zur Centralstelle beibehalten werden; bald aber kam neues Leben in die alte Form. Wo eine selbstständige Kraft sich regte, wurde ihr Freiheit zum eigenen Schaffen gelassen, wo die Leistungen nicht befriedigten, wurde in der liebenswürdigsten niemals verletzenden und hemmenden, vielmehr das Werk stets fördernden Weise commissarische oder dauernde Hülfe gegeben, und von dem Dirigenten überall persönlich eingegriffen, wo durch den strengen Geschäftsgang Aufenthalt entstehen konnte. Mit schnellem Entschlusse wurden die Linien und alle Projecte festgestellt; die Bauerlaubniss wurde in der denkbar kürzesten Zeit, ehe noch die Besitzer Gelegenheit hatten, Bedenklichkeiten auszusinnen, fast bei allen Gemeinden in ad hoc zusammengerufenen Versammlungen von den Interessenten erwirkt, und mit den Arbeiten ohne Verzug begonnen. Für die Verträge wurde die möglichst einfachste Form gewählt, bei Ermittelung der Unternehmer aber vor Allem auf Tüchtigkeit und Redlichkeit gesehen; Klein-Akkorde waren im Allgemeinen ausgeschlossen.

Alle diese Grundsätze, die Stein bei seinen späteren Bauten noch mehr ausgebildet hat, sind heute, nachdem 20 Jahre hingegangen, nicht mehr neu: damals bedeuteten sie einen erheblichen Fortschritt gegen die formelle Behandlung der Geschäfte, die beim Eisenbahnwesen nicht anders als bei der Verwaltung aller anderen Staatsbauten üblich war, und gegen die Stein, dem es stets mehr um die Sache als um die Form zu thun war, sich überall nicht ohne Erfolg aufgelehnt hatte. Durch diese Mittel, besonders aber durch seine anregende Persönlichkeit, unterstützt durch die Gunst der Witterungs-Verhältnisse gelang es, schon im October 1857 nach einer Bauzeit von kaum $1\frac{1}{2}$ Jahren die Bahn fertig zu stellen, und auch die Abrechnungen und Schlufsvermessungen schon in den ersten Monaten des folgenden Jahres vollständig abzuschliefsen.

Bei der Eröffnung wurde Stein zum Geheimen Regierungsrath ernannt und ihm der rothe Adlerorden 3. Klasse mit der Schleife verliehen.

Dennoch wurden damals die bedeutenden Leistungen Stein's nicht in vollem Maafse anerkannt, wenngleich es dem damaligen Minister von der Heydt zur Ehre nachgesagt werden mufs, dafs er diese Gegenströmung stets zu hemmen und auf das richtige Maafs einzuschränken wufste. Mit Unterstützung des Ministers gelang es denn auch, durchzusetzen, dafs Stein im Jahre 1861 Seitens der Berlin-Stettiner Eisenbahn-Gesellschaft zum Dirigenten für den Bau der Angermünde-Stralsunder (Vorpommerschen) Bahnen gewählt wurde, nachdem er in der Zwischenzeit in Berlin mit Vorarbeiten für die ebengenannte und die Bahn von Cüstrin nach Damm beschäftigt gewesen war. Im Juni 1861 siedelte er von Berlin nach Stettin über, und widmete von nun an seine Kräfte lediglich der Berlin-Stettiner Eisenbahn-Gesellschaft.

Zunächst wurden die Erfahrungen von der Kreuz-Frankfurter Bahn für den Bau der Vorpommerschen Bahnen nutzbar gemacht, und vor Allem in der Verwaltung und in der Form der Verträge Vereinfachungen in Anwendung gebracht, die wesentlich Kosten- und Zeit-Ersparnisse bezweckten.

So gelang es denn, die 223 Kilometer lange Bahn unter mancherlei erheblichen Schwierigkeiten in weniger als 2 Jahren zu vollenden; nur der letzte, durch die fortificatorischen Schwierigkeiten bei Stralsund verzögerte Theil der Linie konnte erst etwas später (1. November 1863) eröffnet werden.

Nach Vollendung dieses Baues wurde Stein in das Directorium der Berlin-Stettiner Bahn gewählt, und bildete mit Fretzdorff und Zencke das engere Collegium, dem es vergönnt war, die Bahn in einer bis dahin nicht geahnten Weise auszubilden und zu erweitern. Die ganze Hauptbahn von Berlin nach Stargard erhielt ein zweites Geleise; sämmtliche Bahnhöfe wurden demgemäfs umgebaut und vergröfsert, die Station Neustadt E./W. wurde mit dem Oderbruch bei Wrietzen, später auch mit Frankfurt a/O., die Station Pasewalk mit der Meklenburgischen Friedrich-Franz-Bahn in Verbindung gesetzt, die Hinterpommersche Bahn bis Danzig, die Vorpommersche bis Swinemünde verlängert.

Die wichtigste Bauausführung, die wesentlich dem zähen Festhalten Stein's an dem einmal für richtig Erkannten ihr Zusammenkommen verdankt, ist der Umbau des Bahnhofes in Stettin und die Anlage des Centralgüter-Bahnhofes daselbst. Es ist hier nicht der Ort, diese circa 8 Millionen Mark kostende, unter erheblicher Beihülfe des Staates zu Stande gekommene Ausführung zu beschreiben, um so weniger, als Stein selbst eine Monographie darüber veröffentlicht hat (Erweiterungsbauten der Berlin-Stettiner Eisenbahn-Gesellschaft, Berlin 1870 Ernst & Korn). Wohl aber ist darauf hinzuweisen, mit wie richtigem Blicke Stein nicht allein die Nothwendigkeit der Abhülfe erkannte, sondern auch die Lage, die Abmessungen und die Verbindung des Bahnhofes mit der Stadt und deren Wasserstrafsen in weitschauendster Weise erwog und Pläne für die Gestaltung der ganzen Stettiner Bahnverhältnisse entwarf, die soweit sie ausgeführt sind, sich trefflich bewähren und den zwanglosen Rahmen für jede gewünschte Erweiterung bieten. Die Nothwendigkeit einer Umgestaltung des Stettiner Bahnhofes wurde zwar schon lange allgemein anerkannt; Pläne dazu gingen aber je nach den verschiedenen Interessen weit auseinander, weil in jedem nur einseitige und halbe Maafsregeln zur Geltung gebracht wurden. Der Kampf war schwer und langwierig: alle Gegenprojecte wurden sorgfältig bearbeitet, und gerade dadurch ihre Haltlosigkeit am sichersten bewiesen. Schliefslich gelang es auch, den Kostenpunkt zu überwinden, und nach 3jähriger Arbeit konnte das grofse Werk der Anlage eines ausgedehnten Güter- und Rangir-Bahnhofes mit Ufermauern, Ladestellen für den Schiffsverkehr etc. im Fluthgebiete der Oder auf einem 6 bis 7 Meter tiefen Moorboden in Angriff genommen werden. Die Ausführung war ebenso interessant als schwierig, die Mittel zur Ueberwindung der Schwierigkeiten häufig höchst originell. So sehr auch hier die Hülfe der tüchtigen Männer, die Stein sich als Mitarbeiter gewählt hatte, die gute Ausführung erleichterte, so waren es doch seine Gedanken, die das Ganze erfüllten, sein Eifer, seine bis in die letzten Jahre jugendliche Elasticität, die Alles belebte und mit sich fortrifs.

Sein letztes gröfseres Werk war aufser der Vervollständigung der Linien Frankfurt-Angermünde-Swinemünde der Umbau des Bahnhofes in Berlin, und besonders die Herstellung des dortigen Empfangsgebäudes der Stettiner Bahn. Mag gegen dieses Werk auch vom künstlerischen Standpunkte dies und jenes eingewendet werden dürfen: in der Auffassung wird es immer ein bedeutendes eigenartiges Werk bleiben, und manches andere, in schönerer Form vorgetragen, an Gedankentiefe überragen.

Wenn die Bauthätigkeiten, das lebendige Schaffen, die Beseitigung sich entgegenstellender technischer Schwierigkeiten auch das Hauptfeld der Thätigkeit des Verewigten waren, so übte er doch auch auf die Verwaltung der Bahn den wohlthätigsten Einfluss aus. Auch hier war Vereinfachung des Organismus in jeder Richtung, Beseitigung des Unwesentlichen, richtige Abwägung des Werthes einer Arbeit oder einer Controle gegenüber dem damit zu erlangenden Nutzen das Ziel seiner Wünsche. Wenn er auch hier auf manchen Widerstand stiefs, so verkannte er doch nie den guten Willen und die Berechtigung der Männer, die am Hergebrachten festhielten; und gerade dadurch, dafs die von ihm angeregte Bewegung langsam vor sich ging, wurde ihm gute Wirkung um so sicherer.

Am 20. Juni 1875 feierte Stein das 50jährige Jubiläum seines Eintritts in den Staatsdienst. Des Kaisers Majestät ehrte seine erfolgreiche Wirksamkeit durch Verleihung der 2. Klasse des Kronen-Ordens; Abgeordnete des Berliner Architekten-Vereins, zu dessen ersten Mitgliedern er gehörte, Deputationen seiner Schüler und Mitarbeiter, der von ihm beschäftigten Unternehmer und viele viele andere Freunde eilten nach Stettin, um mit den dortigen Freunden vereint den geliebten hochverehrten Jubilar zu feiern. Dieser Tag hätte der schönste seines Lebens sein können, wenn nicht, während alle seine Unternehmungen der erwünschte Erfolg krönte, im Kreise seiner Familie der Todesengel die schönsten Hoffnungen seines Lebens gebrochen hätte.

Die drei ältesten Söhne, hoffnungsvolle Jünglinge, von denen der älteste, höchst begabt, ein tüchtiger Architekt zu werden versprach, während die beiden andern im Kriege gegen Frankreich mitgefochten hatten, aus dem der eine mit dem eisernen Kreuz geziert zurückgekehrt war, — alle drei fielen kurz nacheinander dem Tode zum Raub; und während das Fest dem auf sein langes Leben zurückblickenden Manne den erfreulichen Beweis lieferte, dafs er nicht umsonst gelebt, mufste der Vater tief trauern, denn auch die älteste Tochter, seit wenig Jahren glückliche Frau und Mutter, auch sie lag auf dem Todtenbette, und hauchte 4 Wochen später ihr junges Leben aus.

Mit bewundernder Rührung sahen die beim Festmahl versammelten Verehrer den kräftigen Greis mit dem vollen, kraus aufgerichteten weifsen Haare, dem lebhaften Auge und den freundlichen Zügen, elastischen Schrittes in den Saal treten und mit echter Geistesgröfse und Selbstverleugnung über der Erinnerung an all' das Gute, das ihm die verflossenen Jahre verschönt, den herben Schmerz der Gegenwart zurückdrängend, mit seiner erwärmenden Herzlichkeit dem Feste die Weihe geben.

Wenn auch aufs Tiefste bekümmert, so doch äufserlich ungebrochen, suchte und fand er wenn auch nicht Trost so doch Ablenkung und Aufrichtung in der Arbeit, der er sich auch ferner mit gewohntem Eifer widmete.

Da traf ihn schmerzlich der Tod seiner beiden Collegen Fretzdorff und Zenke, die Ende 1875 und Anfang 1876 schnell hintereinander wegstarben. Es wurde ihm der Vorsitz im Directorium übertragen; aber seine Gesundheit war so erschüttert, sein nervöser Zustand war so bedenklich, dafs weder die Heilquellen von Carlsbad noch das reizende Wildbad, aus denen er schon mehrmals gekräftigt zurückgekehrt war, ihm die ersehnte Genesung brachten. Krank kam er am 15. August 1876 zu seiner Familie zurück, versuchte auch jetzt noch mit Aufbietung aller Kräfte seine Berufspflichten zu erfüllen, mufste aber am 18. October das Krankenlager besteigen, von dem er nicht wieder aufstehen sollte. In der Nacht vom 12. zum 13. November hörte das Herz des edlen vielgeprüften Mannes auf zu schlagen.

Ein grofser Schmerz blieb ihm noch erspart. Nachdem es ihm versagt war, den ältesten Sohn als Erben seines Namens im Baufach zu haben, war er erfreut, dafs eine seiner Töchter sich einem Collegen verlobt hatte. Auch diese, schon kränklich, folgte nur wenige Monate später dem Vater ins bessere Jenseit.

Am 16. November v. Js. war in den schwarz drapirten Repräsentationsräumen des Directorial-Gebäudes der Berlin-Stettiner Eisenbahn-Gesellschaft eine ernste Menge versammelt; auch die Treppen und Gänge sowie der Platz vor dem Hause waren durch Trauernde gefüllt. Die Rede am Sarge wies darauf hin, wie sehr der Verstorbene in jeder Hinsicht seine Pflicht gegen Gott und Menschen erfüllt habe, durch Arbeit für Andere und Arbeit an sich selbst. Ein langer Zug bewegte sich schwermüthig zum Friedhofe; die Nacht brach herein, als wir ihn der Erde übergeben hatten.

Wohl hatte er seine Pflicht gethan! Ein selbstgemachter Mann hatte er vom Eintritt in das Leben bis zum Tode seine Wege mit eigener Kraft zu bahnen gehabt.

Niemals damit zufrieden, Hergebrachtes in gewohnter Uebung zu wiederholen, war er stets bemüht, aus eigenen Beobachtungen und Erfahrungen Anderer zu lernen.

Neben seiner ausgedehnten Berufsthätigkeit fand er stets Zeit zum Durchlesen der einschlägigen Fachliteratur und zu Studienreisen. Nichts Wichtiges und Neues entging ihm und er gehörte stets zu den Ersten, die neue Erfindungen anzuwenden und einzuführen bemüht waren. Unsere Zeit lebt so schnell, dafs die meisten dieser Dinge schon Gemeingut geworden sind: als aber Stein unter Anderem beim Bau der Cüstriner Oderbrücken die Kreiselpumpe, beim Bau der Vorpommerschen Bahnen das jetzt allgemein eingeführte, dem englischen nachgebildete Signalsystem, bei Beschaffung der Betriebsmittel die Intercommunication und Anlage von Closets in den Wagen, beim Stettiner Bahnhof das System der mit den Signalen verbundenen Central-Weichenstell-Apparate in Anwendung brachte, waren sie noch neu und wenig bekannt, und die von Stein damit gemachten Erfahrungen haben zur Vervollkommnung und weiteren Einführung wesentlich beigetragen.

Galt es eine Aufgabe zu lösen, so war er schnell von Entschlufs und wurde nicht müde, seinen Mitarbeitern einzuprägen, dafs durch langes Bedenken nur Zeit verloren geht, Fehler aber doch nicht vermieden werden. Mit der wachsenden Schwierigkeit wuchs auch seine Energie, und gerade bei den schwersten Ereignissen zeigte er seine bewundernswerthe Schnelligkeit des Entschlusses, dem dann die Ausführung auf der Stelle folgen mufste. Als die hölzerne Eisenbahn-Brücke im Oderthale bei Stettin auf eine längere Strecke durch Brand zerstört war, gelang es ihm, in der unglaublich kurzen Zeit von 10 Tagen den Bau wieder herzustellen; ähnliche Leistungen wufste er bei einer durch Sturmfluth veranlafsten Zerstörung der Vorpommerschen Bahn bei Anclam, bei Wiederherstellung des im strengen Winter abgebrannten Obergeschosses und Daches des Verwaltungsgebäudes in Stettin, und bei anderen Gelegenheiten herbeizuführen.

Ueberall war es nicht sein augenblickliches Eingreifen allein, sondern das Geschick, mit dem er das Selbstdenken und Selbstthun der ausführenden Organe anzuregen und zu fördern wufste, wodurch so grofse Wirkungen hervorgebracht wurden.

Weit schwieriger als der Kampf gegen die Elemente war ihm der Kampf gegen widerstreitende Ansichten. Stets offen und rückhaltslos, gab er dem Gegner Waffen gegen sich selbst in die Hand, und wenn auch schliefslich die gute Sache den Sieg davon trug, so schmerzten ihn doch viele Wunden und selbst die Narben brannten gelegentlich mehr, als er vor der Welt erkennen liefs.

Im Kreise seiner Familie und im Verkehr mit Bekannten wie mit Untergebenen war er von der herzgewinnendsten Liebenswürdigkeit, ohne seiner Würde jemals Etwas zu vergeben.

Er buhlte nicht um Volksgunst, und war dennoch bei dem gemeinen Mann beliebt, sobald er mit ihm in Berührung kam, wozu aufser dem ausdrucksvollen Kopfe die Gabe, leicht zu verstehen und sich verständlich zu machen, viel beitrug.

Nicht nur die Gaben seines Geistes liefs er auf Alle einwirken, die mit ihm in Berührung kamen; auch mit irdischen Gütern half er, wo irgend geholfen werden konnte. Besonders eifrig sorgte er dafür, dafs alle, die bei ihm beschäftigt waren, so schnell als irgend möglich ihre Examina zum Abschlufs brachten, und wo die Mittel fehlten, unterstützte er gern und reichlich, ohne auf Rückerstattung zu rechnen.

So hat er sich nicht allein durch seine Werke ein bleibendes sichtbares Denkmal gesetzt, sondern auch in den Herzen von Allen, die den edlen Mann gekannt haben, wird sein Andenken unvergefslich bleiben, denn sein Leben ist würdig, ein Vorbild zu sein für Jeden, der es ernst meint mit sich selbst und seinen Lebensaufgaben.

Magdeburg, im Mai 1877. **Skalweit.**

Halle, Druck der Waisenhaus-Buchdruckerei.